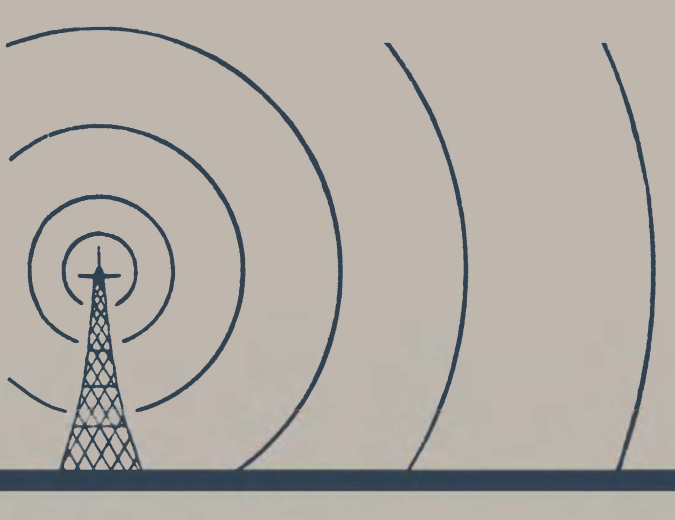


Р. М. МАЛИНИН

САМОДЕЛЬНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

КИЛОГЕРЦЫ В МЕТРАХ

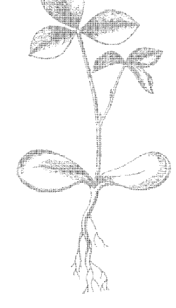
кгц	м	кгц	м	кгц	м	кгц	м
100	3 000	300	1 000,0	500	600,0	700	428,6
110	2 727	310	967,7	510	588,2	710	422,5
120	2 500	320	937,5	520	576,9	720	416,6
130	2 308	330	909,0	530	566,0	730	410,9
140	2 143	340	889,4	540	555,6	740	405,4
150	2 000	350	857,1	550	545,5	750	400,0
160	1 875	360	833,3	560	535,7	760	394,7
170	1 764	370	810,8	570	526,3	770	389,6
180	1 667	380	789,5	580	517,2	780	384,6
190	1 579	390	769,3	590	508,5	790	379,7
200	1 500	400	750,0	600	500,0	800	375,0
210	1 429	410	731,8	610	491,8	810	370,4
220	1 364	420	714,3	620	483,9	820	365,9
230	1 304	430	697,7	630	476,2	830	361,4
240	1 250	440	681,8	640	468,8	840	357,1
250	1 200	450	666,7	650	461,5	850	352,9
260	1 154	460	652,2	660	454,6	860	348,8
270	1 111	470	638,3	670	447,7	870	344,8
280	1 071	480	625,0	680	441,2	880	340,9
290	1 034	490	612,2	690	434,8	890	337,1
900	333,3	1 100	272,7	1 300	230,8	1 500	200,0
910	329,6	1 110	270,3	1 310	229,0	1 510	198,7
920	326,1	1 120	267,9	1 320	227,3	1 520	197,4
930	322,6	1 130	266,8	1 330	225,6	1 530	196,1
940	319,1	1 140	263,1	1 340	223,8	1 540	194,8
950	315,8	1 150	260,9	1 350	222,2	1 550	193,5
960	312,5	1 160	258,6	1 360	220,6	1 560	192,3
970	309,3	1 170	256,4	1 370	219,0	1 570	191,1
980	306,1	1 180	254,2	1 380	217,4	1 580	189,9
990	303,0	1 190	252,1	1 390	215,9	1 590	188,7
1 000	300,0	1 200	250,0	1 400	214,3	1 600	187,5
1 010	297,0	1 210	247,9	1 410	212,8	1 610	186,3
1 020	294,1	1 220	245,9	1 420	211,3	1 620	185,1
1 030	291,2	1 230	243,9	1 430	209,8	1 630	184,0
1 040	288,4	1 240	241,9	1 440	208,3	1 640	182,9
1 050	285,7	1 250	240,0	1 450	206,9	1 650	181,8
1 060	281,5	1 260	238,9	1 460	205,5	1 660	180,7
1 070	280,4	1 270	236,2	1 470	204,1	1 670	179,6
1 080	277,8	1 280	234,4	1 480	202,7	1 680	178,5
1 090	275,3	1 290	232,6	1 490	201,3	1 690	177,4

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА
ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 20

Р. МАЛИНИН

САМОДЕЛЬНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1949 ЛЕНИНГРАД

В книге дается описание измерительных и испытательных приборов, достаточно простых по своим схемам и конструктивному оформлению, не требующих в большинстве случаев для своего изготовления дорого стоящих деталей и сложного инструмента. Для облегчения изготовления этих приборов некоторые из них сопровождаются не только принципиальными, но и монтажными схемами, а также конструктивными чертежами. Описываемые приборы призваны помочь радиолюбителям в работе по испытанию, налаживанию и ремонту радиоаппаратуры.

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор *В. А. Бурлянд* Техн. редактор *А. М. Фридкин*

Сдано в пр-во 12/VI 1948 г. Подписано к печати 21/I 1949 г.
Тираж 50 000 Объем 3 п. л., 3 уч.-авт. л.
Формат бумаги 84×108 1/32 40 000 тип. знак. в 1 печ. л.
А-02136 Цена 1 руб. 50 коп. Заказ 1166

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

1. СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР

Сигнал-генератор является имитатором сигналов радиостанций, работающих как немодулированными, так и модулированными сигналами звуковой частоты. Он может дать сигнал, соответствующий по несущей частоте любой длинноволновой, средневолновой или коротковолновой станции, причем несущая частота и глубина модуляции могут изменяться по желанию оператора. Кроме того, сигнал-генератор может вырабатывать сигнал непосредственно на промежуточной частоте супергетеродинного приемника и на низкой частоте.

Сигнал-генератор необходим при выяснении причин неисправности радиоприемников, при настройке и подгонке контуров приемников всех типов, при настройке усилителей промежуточной частоты, подгонке сопряжений в супергетеродинах, а также при проверке низкочастотных усилителей. Пользуясь сигнал-генератором вместе с ламповым вольтметром, можно получить приближенное суждение о чувствительности приемников, о величине их усиления по всему каналу и в отдельных каскадах.

Ниже описывается схема и конструкция сигнал-генератора, доступного в изготовлении для радиолюбителей. Этот прибор вырабатывает следующие сигналы:

1) Низкочастотный с частотой 400 *гц**; 2) высокочастотный немодулированный с частотами в диапазоне 10 *мггц*—150 *кгц* (длины волн 30—2 000 *м*); 3) высокочастотный в том же диапазоне, но модулированный частотой 400 *гц*. В случае необходимости иметь более высокие частоты можно использовать вторую гармонику высокочастотного сигнала; при этом диапазон генератора расширяется до 20 *мггц* (длина волны 15 *м*).

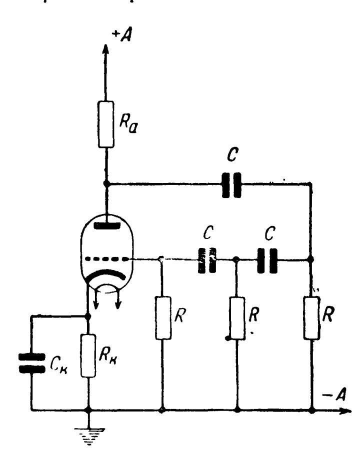
Прибор содержит в себе два генератора: 1) низкочастотный на лампе 6Ж7 с постоянной настройкой и 2) высокоча-

---

* Стандартная частота модуляции, принятая для испытания приемников.

стотный на лампе 6К7, имеющий переменную настройку на указанные выше частоты. Генератор низкой частоты используется для модуляции высокочастотного генератора.

Схема генератора низкой частоты. Для самовозбуждения генератора с электронной лампой необходимо, чтобы между ее анодной цепью и цепью сетки существовала обратная связь. При этом переменное напряжение, вводимое анодной цепью в цепь сетки, должно иметь величину не меньше некоторой определенной, а сдвиг фаз между переменными напряжениями, действующими в этих цепях, должен равняться 180°. В описываемом генераторе эти задачи решаются с помощью включенных между цепью анода и цепью сетки лампы системы конденсаторов C и сопротивлений R (фиг. 1). Такой генератор называют сокращенно RC-генератором.



Фиг. 1. Схема RC-генератора.

Расчет генерируемой частоты. Необходимый для самовозбуждения колебаний сдвиг фаз на 180° между напряжениями в анодной цепи и в цепи сетки, в схеме фиг. 1 можно обеспечить подбором величин конденсаторов C и сопротивлений R, причем такой сдвиг фаз при данных значениях R и C будет имеіь место только при одной частоте, которая и будет возбуждаться схемой. Необходимое же для самовозбуждения соотношение напряжений на аноде и сетке обеспечивается подбором помимо величин этих емкостей и сопротивлений еще выбором анодного сопротивления R_a и режима работы лампы. Если в схеме фиг. 1 все три сопротивления R и все три конденсатора C имеют одну и ту же величину, а анодное сопротивление R_a в несколько раз меньше R, то генерируемая этой схемой частота колебаний f определяется приближенной формулой

$$f = \frac{1}{15{,}4\,RC}, \qquad (1)$$

где f — в *гц*;
R — в *мгом*;
C — *мкф*.

При большой величине сопротивления R_a генерируемая в схеме частота определяется формулой

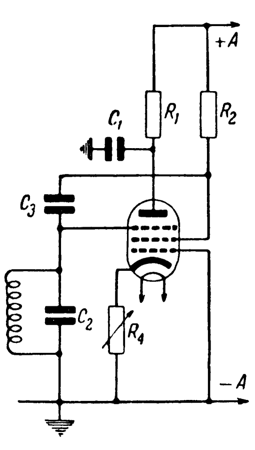
$$f = \frac{1}{6{,}28\,RC\sqrt{6 + 4\,\frac{R_i \cdot R_a}{R\,(R_i + R_a)}}}, \qquad (2)$$

где R_i — внутреннее сопротивление лампы в рабочей точке.

В описываемом генераторе частота 400 *гц* обеспечивается применением конденсаторов C по 250 *пкф* и сопротивлений R по 0,65 *мгом*. В случае необходимости емкости могут быть увеличены или уменьшены, а сопротивления соответственно уменьшены или увеличены. Для самовозбуждения генератора необходимо обеспечить отношение переменных напряжений на аноде и сетке лампы порядка $\frac{U_{ma}}{U_{mg}} \approx 30$. При таком соотношении этих напряжений генератор дает колебания с малым содержанием гармоник, при большем же соотношении интенсивность гармоник в анодной цепи возрастает.

Указанное отношение практически может быть получено применением в схеме триода с большим коэффициентом усиления (например 6Ф5) или с пентодом. В описываемой практической схеме применен пентод типа 6Ж7. В этом случае отношение $\frac{U_{ma}}{U_{mg}}$ определяется формулой

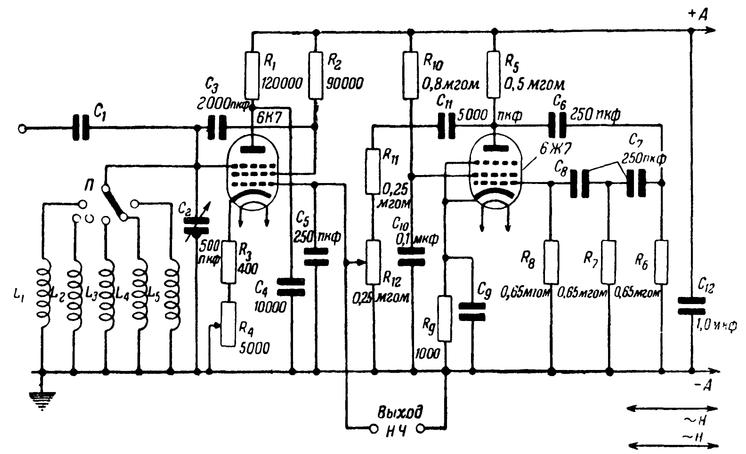
$$\frac{U_{ma}}{U_{mg}} = 29 + 24\,\frac{R_a}{R} + 4\left(\frac{R_a}{R}\right)^2. \qquad (3)$$



Фиг. 2. Схема транзитронного генератора.

Схема генератора высокой частоты. Высокочастотный генератор прибора выполнен по транзитронной схеме (фиг. 2), имеющей ряд преимуществ по сравнению с другими схемами генераторов. Во-первых, такой генератор дает колебания с небольшим содержанием гармоник; при малых соотношениях $\frac{L_1}{C_2 R_k}$ колебательного контура гармоники не превышают 3% от напряжения основной частоты. Во-вторых, частота колебаний транзитронного генератора весьма стабильна даже при значительных изменениях питающих напряжений. В-третьих, амплитуда колебаний транзитронного генератора

мало изменяется при изменении емкости колебательного контура в широких пределах. Наконец, контурные катушки такого генератора не должны иметь отводов от промежуточных витков, как это имеет место в обычных трехточечных схемах. Это обстоятельство очень упрощает переключение диапазонов генератора. Практически колебательный контур удобнее включать между антидинатронной сеткой и минусом источника высокого напряжения (корпусом прибора), так как при этом одна обкладка конденсатора C_2 и один конец катушки L_1 контура заземляются. Амплитуду колебаний в контуре удобно регулировать в широких пределах изменением величины сопротивления R_4. Модуляция высокочастотных колебаний осуществляется подачей напряжения низкой частоты в цепь управляющей сетки (фиг. 3).



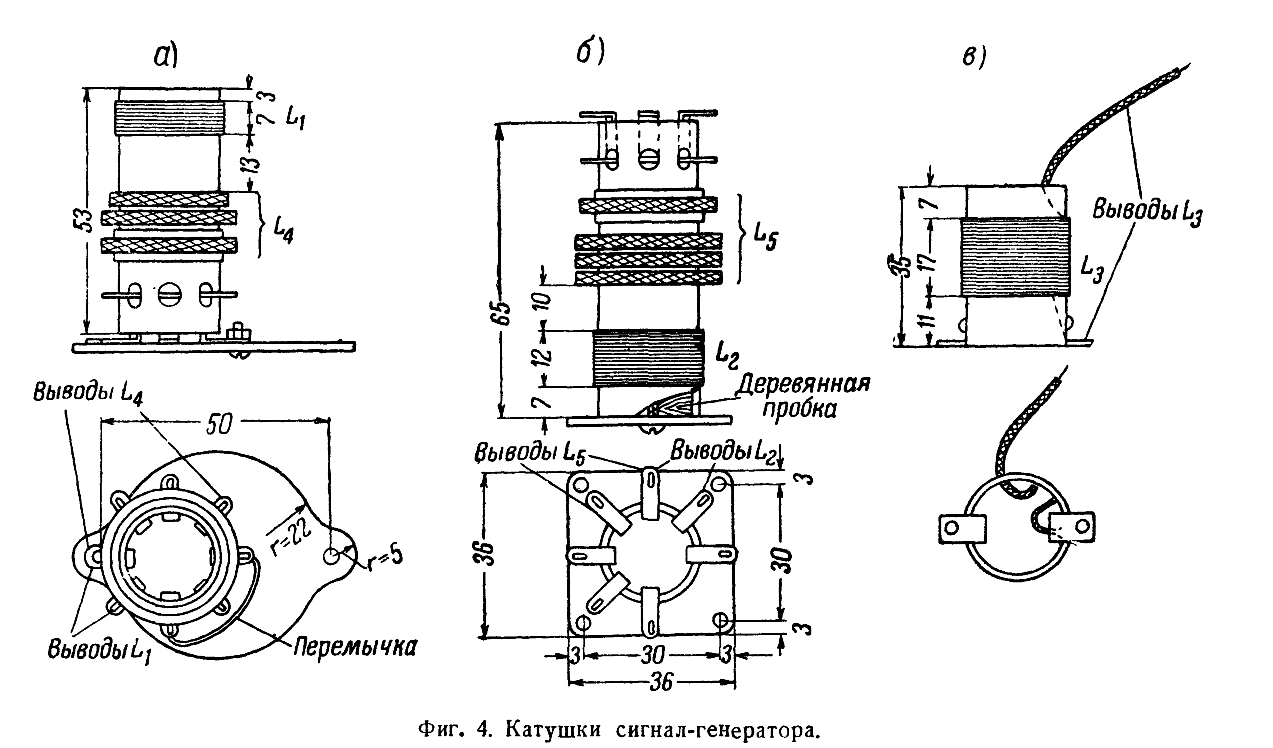
Фиг. 3. Принципиальная схема сигнал-генератора.

Полная схема сигнал-генератора. Полная схема сигнал-генератора приведена на фиг. 3. Здесь низкочастотный генератор работает с лампой 6Ж7. Обратная связь между анодом и сеткой осуществляется через систему конденсаторов C_6, C_7, C_8 по 250 *пкф* каждый и сопротивлений R_6, R_7, R_8 по 0,65 *мгом*. Сопротивление R_9 (1 000 *ом*) служит для подачи отрицательного смещения на управляющую сетку. Сопротивление R_{10} (0,8 *мгом*) понижает напряжение для экранирующей сетки. Из анодной цепи лампы напряжение низкой частоты подается через конденсатор $C_{11} = 5\,000$ *пкф* и сопротивление R_{11} (0,25 *мгом*) на потенциометр $R_{12} = 0{,}25$ *мгом*, служащий для регулировки выходного низкочастотного напряжения, снимаемого на испытываемый приемник или

усилитель с гнезд *НЧ*. С того же потенциометра R_{12} напряжение низкой частоты подается на первую (управляющую) сетку лампы 6К7 высокочастотного генератора, чем достигается модуляция колебаний высокочастотного генератора. Глубина модуляции регулируется потенциометром R_{12}. Для получения немодулированных высокочастотных колебаний движок потенциометра R_{12} должен быть поставлен в крайнее нижнее положение, при этом управляющая сетка лампы 6К7 соединена с корпусом прибора. Напряжение высокой частоты подается с колебательного контура сигнал-генератора на испытываемый приемник через конденсатор C_1 емкостью 15—20 *пкф*, описание конструкции которого дано ниже.

Весь диапазон генератора (10 *мггц* ÷ 150 *кгц*) разбит на 5 поддиапазонов: 1) 10 ÷ 3,75 *мггц* (длина волны 30 ÷ 80 *м*); 2) 5 ÷ 2 *мггц* (длина волны 60 ÷ 150 *м*); 3) 2 700 ÷ 1 000 *кгц* (длина волны 110 ÷ 300 *м*); 4) 1 150 ÷ 410 *кгц* (длина волны 260 ÷ 735 *м*); 5) 430 ÷ 150 *кгц* (длина волны 700 ÷ 2 000 *м*). Истинные границы поддиапазонов могут оказаться несколько иными, так как максимальная и минимальная емкости переменного конденсатора, примененного в сигнал-генераторе, могут отличаться от емкостей конденсатора, использованного в изготовленном образце. На каждом поддиапазоне работает самостоятельная катушка индуктивности контура, переключение которых осуществляется переключателем *П*. Питание сигнал-генератора может производиться от любого выпрямителя, дающего напряжение 250—300 *в* при силе тока до 20 *ма*. Кроме того, с его трансформатора на накал ламп сигнал-генератора нужно снимать переменное напряжение 6,3 *в* при силе тока 0,6 *а*. Может быть использован, например, выпрямитель с данными, указанными в разделе «Сигнал-индикатор». При этом его нужно нагрузить со стороны выпрямленного напряжения сопротивлением 10 000 *ом* 10 *вт*.

Конструкция катушек. В контуре высокочастотного генератора использованы катушки преселектора и гетеродина от приемника „Родина". С обеих этих катушек удаляются однослойные средневолновые и коротковолновые секции. Освободившиеся концы каркасов укорачиваются с таким расчетом, чтобы длина каркаса гетеродинной катушки (фиг. 4,*а*) осталась равной 53 *мм*, а катушки преселектора (фиг. 4,*б*)— 65 *мм*. Оставшаяся длинноволновая секция катушки преселектора используется без всяких переделок в качестве катушки L_5 контура высокочастотного генератора при генерировании частот 430—150 *кгц*. На этот же каркас, отступя 10 *мм* от крайней секции катушки L_5, наматывается катушка L_2 (для



Фиг. 4. Катушки сигнал-генератора.

диапазона 5 ÷ 2 *мггц*) из 24 витков провода ПЭШО-0,41, (фиг. 4,*б*). Длинноволновые секции гетеродинных катушек контура и обратной связи соединяются между собой последовательно перемычкой (фиг. 4,*а*), в результате чего получается необходимая для диапазона 1 150—410 *кгц* индуктивность L_4. На свободный конец этого каркаса, отступя от катушки L_4 на 13 *мм*, наматывается 10,5 витков провода ПЭШО-0,6 или ПЭ-0,7, образующие катушку L_1 на диапазон частот 10—3,75 *мггц*. Один из отрезанных концов каркасов используется для намотки катушки L_3 (фиг. 4,*в*) на диапазон 2,7—1 *мггц*. Эта катушка должна состоять из 52 витков провода ПЭШО-0,2 или ПЭ-0,25. Данные всех катушек, используемых в сигнал-генераторе, приведены в табл. 1.

Таблица 1

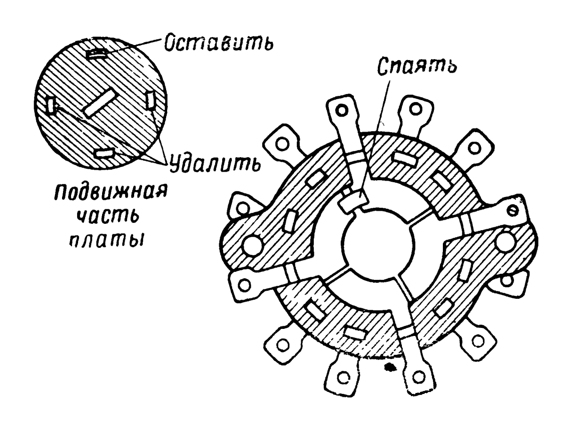
ДАННЫЕ КАТУШЕК СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОРА

Обозначение катушки	Число витков	Марка и диаметр провода, *мм*	Индуктивность, *мкгн*
L_1	10,5	ПЭШО- 0,6	3
L_2	24	ПЭШО- 0,41	12,6
L_3	52	ПЭШО- 0,2	51
L_4	60 + 40 + 20	ПЭШО-10×0,07	310
L_5	90 + 90 + 90 + 70	ПЭШО-10×0,07	2 300

Каркас с катушками L_1 и L_4 укрепляется пропусканием болтиков через отверстия в выводных лепестках к гетинаксовой или текстолитовой пластинке толщиной 1—1,5 *мм* (фиг. 4,*а*), вырезанной по форме платы применяемого в сигнал-генераторе переключателя диапазонов. В каркас с катушками L_2 и L_5 вклеивается деревянная пробка высотой около 15 *мм* и с внешним диаметром, соответствующим внутреннему диаметру каркаса. К катушке изготовляется подставка размером 36×36 *мм* из 1—1,5-*мм* гетинакса, текстолита или другого изоляционного материала. Каркас крепится к подставке с помощью ввинчиваемого в деревянную пробку шурупа.

Переделка переключателя диапазонов. Для использования в сигнал-генераторе переключателя диапазонов типа, применяемого в приемниках СВД, его необходимо несколько переделать (фиг. 5). Две контактные дужки одной из плат спаиваются между собой, а остальные платы удаляются из переключателя. Вместо одного спиленного ограничителя враще-

ния устанавливается ограничитель на новом месте с таким расчетом, чтобы переключатель позволял производить его установку в пяти положениях. Стержни, стягивающие платы переключателя, заменяются другими, длиной 25—30 *мм*. Пло-



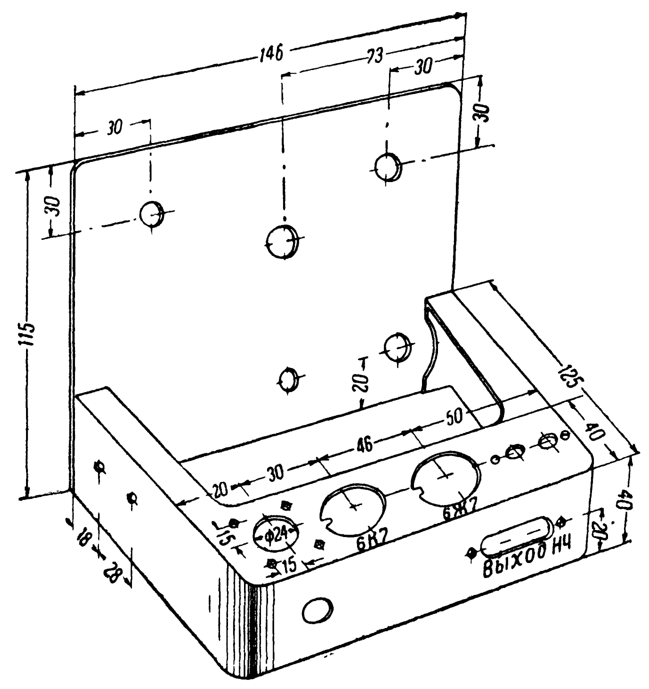
Фиг. 5. Переделка платы переключателя диапазонов.

ская ось переключателя, проходящая через подвижные части его плат, укорачивается до минимума с расчетом, чтобы она обеспечивала переключение только на одной плате. На концах болтов переключателя с помощью гаек крепится пертинаксовая пластинка со смонтированным на ней каркасом катушек L_1 и L_4.

Монтаж сигнал-генератора. Сигнал-генератор монтируется на шасси, изготовленном из листового алюминия толщиной $1^1/_2$—2 *мм* (фиг. 6). Кроме того, для него нужно сделать экранированный изнутри ящик или закрывающий весь монтаж и детали экран. На передней (вертикальной) панели шасси (фиг. 7) располагаются конденсатор переменной емкости C_2 с верньером, переключатель диапазонов, регуляторы амплитуды высокочастотного и низкочастотного сигналов и экранированное гнездо, через которое подается напряжение высокой частоты к испытываемому приемнику. На лицевой стороне вертикальной панели наклеивается шкала. К оси конденсатора укрепляется сделанный из плексигласа или целлулоида указатель шкалы (фиг. 8). Каркас с катушками L_2 и L_5 и конденсатор C_{12} типа МКВ монтируются сверху горизонтальной части шасси (фиг. 7,*б*). Катушка L_3 укрепляется на боковой стенке шасси под переключателем диапазонов. Весь осталь-

ной монтаж выполняется в «подвале» шасси, как показано на фиг. 7,*в*[1].

Описываемая конструкция сигнал-генератора была выполнена автором на переделанном шасси от приемника РСИ-4.



Фиг. 6. Шасси сигнал-генератора.

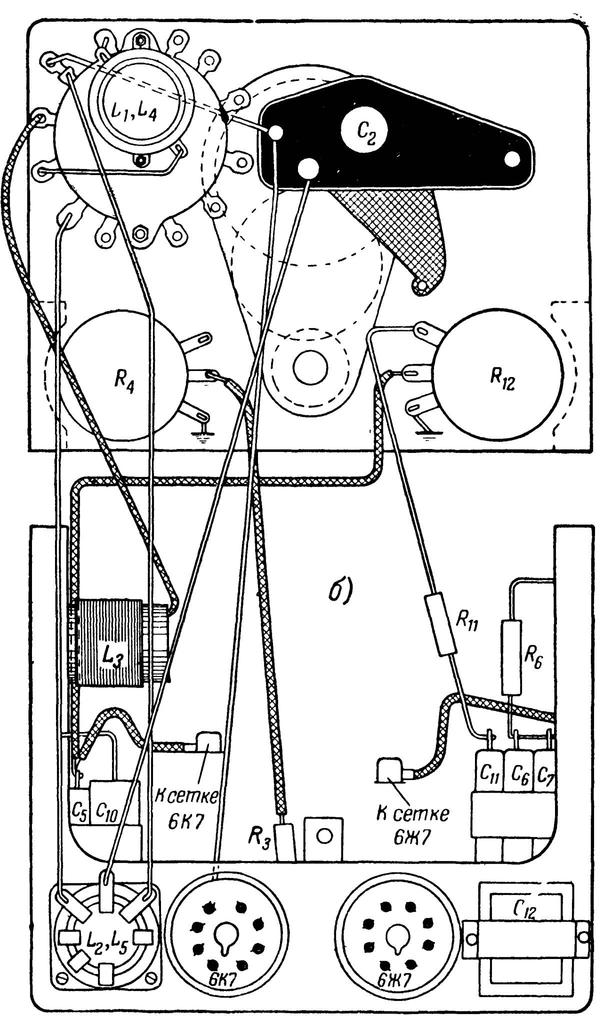
Различные конструкции конденсатора переменной ёмкости и верньера, возможно, вызовут необходимость в той или иной мере изменить расположение деталей и монтаж на передней панели прибора. При всех изменениях конструкции необходимо обеспечить возможно более короткие соединения катушек и конденсатора переменной емкости с переключателем, а главное—обеспечить отсутствие влияния выключенных контурных катушек на действующие.

Экранированное штепсельное соединение. Подача высокочастотного сигнала с генератора на испытываемый приемник

---

[1] На фиг. 7,*в* для упрощения не показаны переменный конденсатор с верньером, переключатель диапазонов с катушками L_2 и L_5, выходное высокочастотное гнездо и соединения концов потенциометров R_4 и R_{12} с шасси; их расположение и включение ясны из фиг. 4,*а*, 7,*б* и 7,*а*.

производится по экранированному кабелю, в качестве которого можно использовать коммутаторный двухпроводный шнур. Для включения кабеля на генератор нужно изготовить



Фиг. 7. Монтажная

экранированное штепсельное соединение специальной конструкции (фиг. 9). Неподвижная его часть монтируется в верхней левой части вертикальной панели (симметрично с переключателем диапазонов), а в съемную его часть заделы-

вается конец кабеля *12*. Основными частями штепсельного соединения являются отрезок ружейной латунной гильзы *1* и штепсельное гнездо *2*, которое изолировано от гильзы *1*, и вертикальной панели с помощью прокладок *3*. При помощи гайки *5* с шайбой *4* гнездо *2* крепится на вертикальной панели, закрепляя одновременно и гильзу *1*. Подвижная (съемная) часть штепсельного соединения изготовляется из отрезка гильзы *8*, внешний диаметр которой по возможности должен быть равен внутреннему диаметру гильзы *1* или несколько меньше его. Если, например, гильза *1* взята 12-го калибра, то гильзу *8* можно взять 16-го калибра. Если гильза *8* слиш-

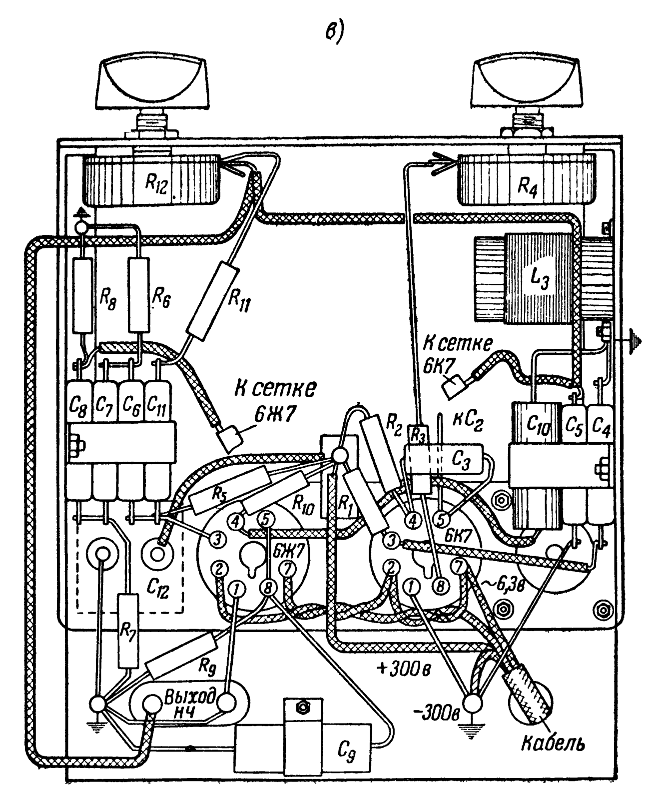
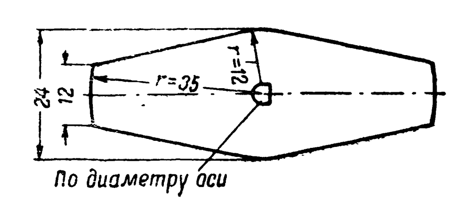


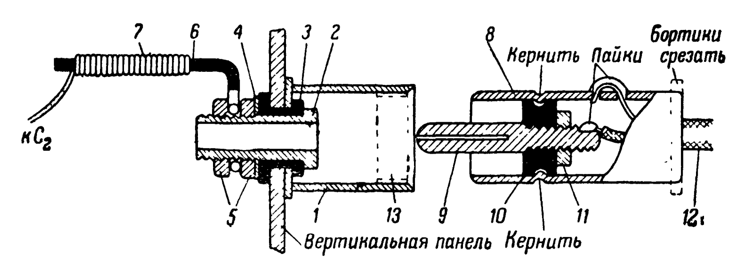
схема сигнал-генератора.

ком свободно входит в гильзу *1*, внутрь последней нужно впаять латунное или медное кольцо *13* (показанное на фиг. 9 пунктиром) такой толщины, чтобы гильза *8* плотно входила в гильзу *1*. При этом штепсельная ножка *9*, ввинченная в круг-

лую колодку *10* из эбонита, текстолита или иного изоляционного материала, должна входить в гнездо *2*, обеспечивая хороший контакт. Для большей прочности крепления штепсельной ножки на нее навинчивается гайка *11*. В торцах колодки *10* высверливаются углубления. Кабель *12* пропускается через отверстие в дне гильзы *8*. Внутренняя жила кабеля припаивается к навинтованному концу штепсельной ножки *9*, а конец от его спиральной оболочки пропускается сквозь отверстие, высверленное в стенке гильзы *8*. После припайки средней жилы кабель вытягивается несколько обратно, колодка *10* вдвигается в гильзу *8* и производится кернение ее боковых стенок в местах расположения углублений в колодке *10*; это обеспечивает жесткое крепление колодки в гильзе. Лишний конец проводника от внешней оболочки кабеля отрезается и припаивается к внешней стенке гильзы. При вставлении подвижной части



Фиг. 8. Указатель шкалы сигнал-генератора.

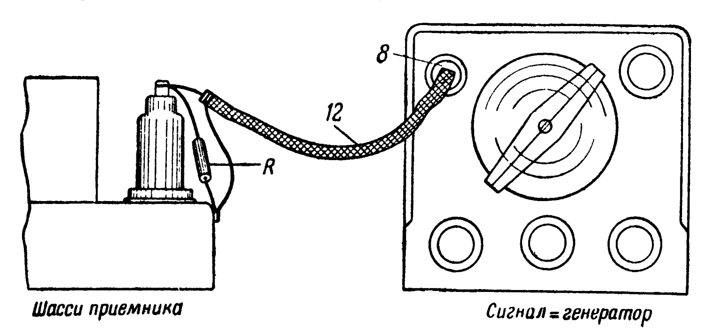


Фиг. 9. Конструкция экранированного штепсельного соединения.

штепсельного соединения в его неподвижную часть осуществляется соединение оболочки кабеля с корпусом сигнал-генератора и соединение средней жилы кабеля с конденсатором C_1. Второй конец оболочки кабеля соединяется с корпусом испытываемого приемника, а второй конец средней жилы — с точкой схемы, на которую должно быть подано напряжение высокой частоты.

Если достать телефонный коммутаторный шнур нельзя, то можно применить экранированный провод в металлическом чулке. В крайнем случае можно применить неэкранированный провод и гнездо на генераторе оставить без экрана.

Если на приемник нужно подать напряжение меньшее, чем минимальное напряжение, даваемое сигнал-генератором, то между центральной жилой кабеля и данной точкой схемы приемника нужно включить сопротивление, величина которого подбирается на опыте до получения сигнала необходимой величины. Если напряжение подается на сетку лампы, с которой снят колпачок, сетку нужно соединить с шасси приемника через сопротивление R (фиг. 10).



Фиг. 10. Включение сигнал-генератора на сетку лампы приемника.

Конструкция конденсатора C_1. Конструкция конденсатора C_1 показана на той же фиг. 9. Он изготовляется из куска эмалированного провода *6* диаметром 1 *мм* и длиной около 40 *мм*, на который наматывается на длине 15 *мм* спираль из провода ПЭШО или ПШД 0,4—0,5 *мм*. Один из концов этой обмотки, обозначенный на фиг. 9 цифрой *7*, соединяется с неподвижными пластинами конденсатора C_2. Эта обмотка образует одну из обкладок конденсатора C_1. Вторая обкладка конденсатора C_1 образуется проводом *6*. Один конец последнего очищается от изоляции и изгибается в кольцо, которое надевается на резьбу гнезда *3* и затягивается между гайками *5*. Таким образом осуществляется одновременно и механическое крепление конденсатора на панели и его соединение с гнездом *2* экранированного штепсельного соединения. Если нужно уменьшить амплитуду высокочастотного сигнала можно уменьшить емкость C_1, укорачивая его обмотку *7*. Но делать это после градуировки нельзя во избежание изменения настройки.

Градуировка сигнал-генератора. Градуировка высокочастотного генератора может быть произведена с помощью радиоприемника. Для получения наилучшей точности градуировки связь между генератором и приемником должна быть возможно слабой. Можно, например, подключить к

концу выходного кабеля небольшой кусок изолированного провода, расположив его на некотором расстоянии от антенного провода, присоединенного к приемнику. Амплитуду колебаний генератора следует установить минимальной. Переключатели диапазонов приемника и сигнал-генератора устанавливаются в соответствующие друг другу положения. Модуляция сигнал-генератора выключается вращением доотказа против часовой стрелки ручки потенциометра R_{12}.

Приемник точно настраивается на какую-либо станцию с известной рабочей частотой. Вращая ручку верньера сигнал-генератора, добиваются совпадения его частоты с частотой принимаемой станции. Сближение этих частот определяется по возникновению в громкоговорителе (или головных телефонах) приемника слышимого тона биений; чем меньше разница между частотой станции и частотой сигнал-генератора, тем ниже будет этот тон. При точном совпадении частот тон биений пропадает, а при дальнейшем вращении верньера сигнал-генератора в ту же сторону тон биений снова возникает и повышается. Таким образом точное совпадение частоты сигнал-генератора с частотой станции определяется по нулевым биениям. Если при настройке на частоту приемника возникают затруднения, включают модуляцию и увеличивают амплитуду колебаний высокочастотного генератора. Тогда сигнал генератора может быть услышан и при настройке, далекой от резонанса, и по усилению тона генератора определяют сближение настроек. Когда появится тон биений, модуляцию выключают и связь снова ослабляют до минимальной, но при которой еще слышен сигнал генератора.

В громкоговорителе чувствительного супергетеродинного приемника, особенно на коротких волнах, при изменении частоты сигнал-генератора или настройки приемника на многих настройках слышны различные свисты. Они возникают в результате биений между основными частотами и гармониками сигнал-генератора, гетеродина приемника и различных станций. Эти свисты затрудняют ориентировку при градуировке сигнал-генератора, так как не всегда сразу можно определить, имеет ли здесь место близкое совпадение его частоты с основной частотой принимаемой станции или имеют место биения на каких-либо гармониках. Чтобы с уверенностью определить частоту сигнал-генератора, нужно еще больше уменьшить амплитуду колебаний генератора и связь с антенным контуром приемника. При этом нежелательные свисты пропадают или сильно ослабляются, а тон биений между основными частотами заметно выделяется по сравнению со всеми другими биениями. Найденная таким образом частота сигнал-

генератора наносится непосредственно на его шкалу или записывается на каком-либо ее делении (если она заранее проградуирована в градусах). Затем приемник настраивают последовательно на ряд других станций и таким же точно способом получают другие точки для градуировки шкалы. Чем больше станций, работающих на известных волнах, будет использовано, тем точнее получается градуировка сигнал-генератора. После градуировки одного диапазона переключаются на следующие диапазоны. При этом обычно приходится изменять связь антенны приемника с сигнал-генератором и регулировать амплитуду его колебаний.

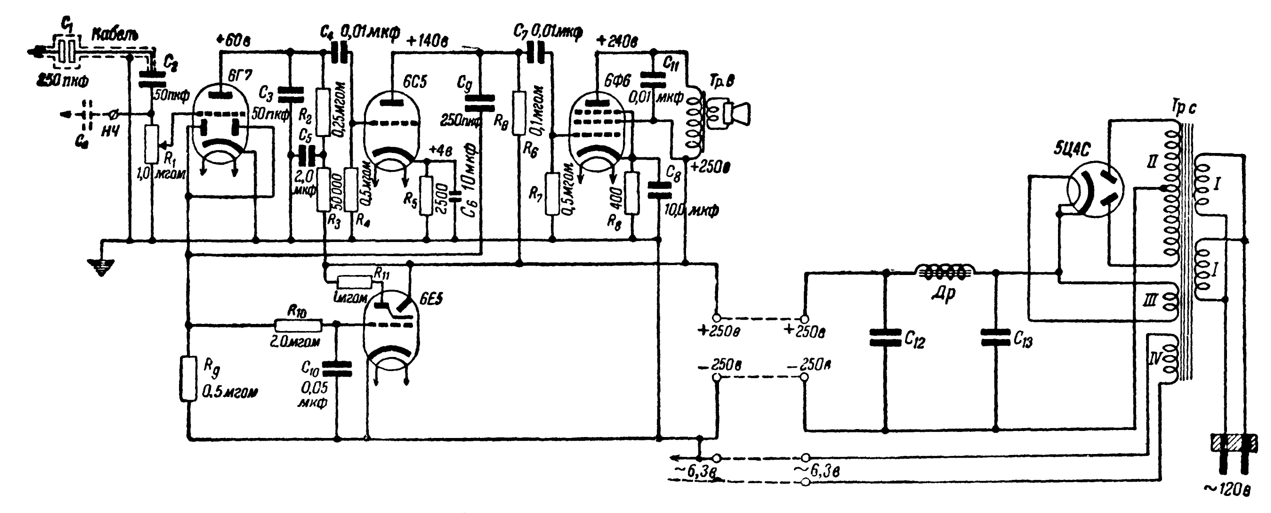
Так как радиовещательные приемники обычно имеют очень небольшой коротковолновый диапазон, с помощью одного приемника не удается полностью проградуировать сигнал-генератор. Для градуировки его на коротковолновых диапазонах необходимо применить специальный коротковолновый приемник с широким диапазоном.

2. СИГНАЛ-ИНДИКАТОР

При налаживании и испытании приемников и усилителей необходимо иметь прибор, позволяющий быстро проверять прохождение сигнала (передачи) по всему каналу усиления и преобразования частоты, чтобы обнаружить место неисправности или ненастроенный контур и произвести регулировку схемы. Авометр и ламповый вольтметр не всегда пригодны для этой цели, так как они не могут измерить очень малых переменных напряжений (например, во входных цепях приемника). Поставленная задача может быть выполнена с помощью «сигнал-индикатора», который способен контролировать передачу практически по всему каналу усиления и преобразования частоты приемника или усилителя.

Схема прибора. Схема сигнал-индикатора дана на фиг. 11. Она содержит три лампы, не считая лампы выпрямителя анодного напряжения. В качестве индикатора передачи используются громкоговоритель и магический глаз.

При использовании сигнал-индикатора его шасси соединяется с шасси испытываемого приемника или усилителя. Цепь сетки первой лампы 6Г7 сигнал-индикатора соединяется с проверяемой точкой схемы приемника или усилителя. В случае проверки каскадов высокой или промежуточной частоты это включение осуществляется экранированным кабелем, внутренний провод которого соединен с одним из концов потенциометра R_1, включенного в цепь сетки лампы 6Г7 через конденсатор C_2 емкостью 50 *пкф*. Второй конец этого



Фиг. 11. Принципиальная схема сигнал-индикатора.

провода включается через конденсатор C_1 емкостью 250 *пкф* на испытываемую точку схемы приемника. Конденсатор C_2 совместно с сопротивлением потенциометра R_1 в 1 *мгом* образуют гридлик и триодная часть лампы 6Г7 при этом работает в качестве сеточного детектора. В случае же испытания низкочастотных каскадов с проверяемой точкой схемы приемника или усилителя соединяется клемма НЧ сигнал-индикатора. При этом напряжение низкой частоты подается в цепь сетки лампы 6Г7 сигнала-индикатора, минуя конденсатор гридлика C_2, и триодная часть этой лампы используется как первый каскад усиления низкой частоты. Если проверяемая низкочастотная цепь содержит постоянную слагающую напряжения, клемма НЧ должна подключаться к ней через конденсатор C_0 емкостью 10 000—50 000 *пкф*, который не пропускает постоянную слагающую на сетку первой лампы сигнал-индикатора.

Усиление низкой частоты. В любом случае низкочастотный сигнал, полученный в анодной цепи триодной части лампы 6Г7, усиливается еще двумя каскадами, работающими на лампах 6С5 и 6Ф6. Анодная цепь последней лампы нагружена через трансформатор на динамический громкоговоритель, служащий для контроля передачи на-слух. При желании вместо динамика в схеме может быть применен более дешевый громкоговоритель, например пьезоэлектрический или электромагнитный. Установка желаемой громкости при различных уровнях сигнала в различных точках испытываемой схемы с помощью потенциометра R_1 осуществляется изменением величины подаваемого на сетку лампы 6Г7 напряжения высокой, промежуточной или низкой частоты.

Схема магического глаза. Из анодной цепи лампы 6С5 напряжение низкой частоты поступает через конденсатор C_9 на соединенные в параллель аноды диодной части лампы 6Г7, которая выпрямляет это напряжение. Выпрямленное напряжение подается в цепь сетки лампы 6Е5 через сглаживающий фильтр, состоящий из сопротивления R_{10} (2 *мгом*) и конденсатора C_{10} (0,05 *мкф*). Это напряжение поступает на сетку лампы 6Е5 с отрицательным знаком, вследствие чего затемненный сектор на ее флуоресцирующем экране уменьшается тем больше, чем больше будет амплитуда сигнала, поступающего на вход сигнал-индикатора.

Указанные на фиг. 11 напряжения для различных точек схемы измерены по отношению к минусу высокого напряжения с помощью вольтметра, имеющего сопротивление 1 000 *ом/в*, и соответствуют нормальному режиму работы ламп сигнал-индикатора.

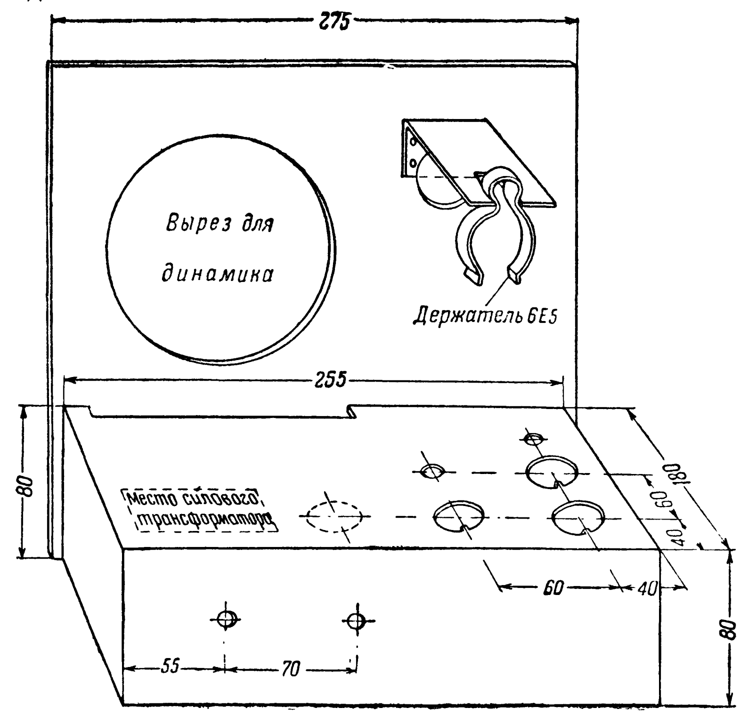
Выпрямитель для питания сигнал-индикатора. Выпрямитель для питания сигнал-индикатора собирается по двухполупериодной схеме с кенотроном 5Ц4С и фильтром, состоящим из двух конденсаторов и дросселя (фиг. 11, правая часть). В случае применения динамика с подмагничиванием в качестве дросселя может быть использована обмотка его электромагнита. В последнем случае в выпрямителе может быть использован силовой трансформатор от приемника 6Н-1.

Ниже приводятся данные самодельного силового трансформатора для выпрямителя с отдельным дросселем. Сердечник трансформатора собирается из пластин легированной трансформаторной стали типовой формы Ш-25. Толщина набора пластин 35 *мм*. Намотка производится на каркасе, склеенном из картона. Первичная (*I*) обмотка состоит из двух секций по 550 витков провода ПЭ-0,4 ÷ 0,41 в каждой секции. При напряжении сети 220 *в* обе секции соединяются последовательно, а при напряжении сети 110 — 120 *в* — параллельно. В случае если выпрямитель предназначается только для питания от сети 120—127 *в*, первичная обмотка трансформатора должна иметь 600 витков провода ПЭ 0,6 *мм* с отводом от 550-го витка для случая включения трансформатора в сеть с напряжением пониженной величины (порядка 100—110 *в*). Вторичная обмотка (*II*) высокого напряжения наматывается из провода ПЭ-0,2 и содержит 2 800 витков с отводом от средней точки. Обмотка (*III*) накала кенотрона имеет 27 витков провода ПЭ-1,2 и обмотка накала ламп — 36 витков такого же провода. Намотка всех обмоток производится виток к витку с прокладкой после каждого ряда намотки слоя тонкой пропарафинированной бумаги. Для этой цели подходит продаваемая в аптеках компрессная бумага. Между обмотками нужно прокладывать кембриковое полотно или плотную пропарафинированную бумагу.

В фильтре применяется дроссель завода «Радиофронт» и два электрических конденсатора C_{12} и C_{13} по 8—10 *мкф* каждый на рабочее напряжение 350 *в*.

Монтаж сигнал-индикатора. Монтаж сигнал-индикатора производится на шасси, изготовленном по фиг. 12 из листового железа или алюминия толщиной около 2 *мм*. Размеры шасси допускают размещение на нем также и выпрямителя для питания. Если выпрямитель предназначается только для питания сигнал-индикатора, его следует смонтировать на этом шасси. Если же от этого выпрямителя предполагается питать также другие измерительные приборы (например, ламповый вольтметр, сигнал-генератор), выпрямитель лучше смонтировать в виде отдельного блока. На передней (вертикальной)

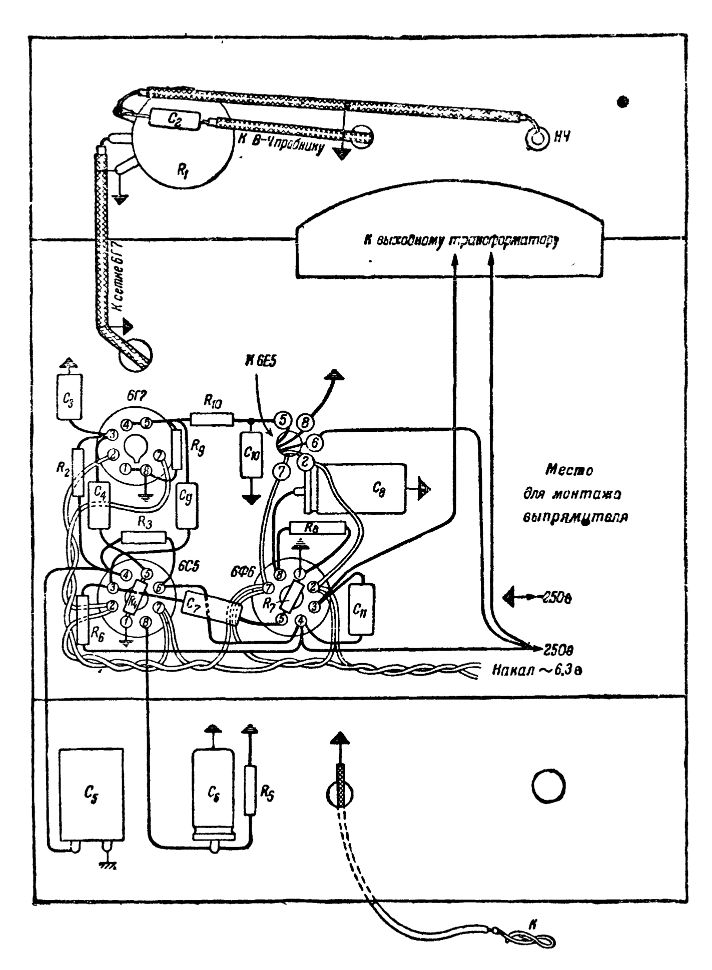
панели шасси укрепляются: громкоговоритель (например, от приемника «Родина»), держатель лампы 6Е5, потенциометр R_1 и клемма НЧ. Последние две детали располагаются в подвале шасси. Бо́льшая часть деталей и монтажа схемы



Фиг. 12. Конструкция шасси сигнал-индикатора.

сигнал-индикатора также располагаются в подвале шасси на его горизонтальной поверхности (фиг. 13). Сопротивление R_{11} (1 *мгом*) монтируется непосредственно между гнездами *3* и *6* панели лампы 6Е5. Монтаж сигнал-индикатора — обычный и пояснений не требует.

Высокочастотный кабель к пробнику выходит через отверстие в передней панели. В качестве высокочастотного кабеля можно использовать двухпроводный шнур от телефонного коммутатора (коммутаторный шнур). Один конец внешнего спирального проводника этого шнура соединяется с шасси сигнал-индикатора, а внутренний конец — с конденсатором C_2. Через отверстие в задней стенке шасси выводится заземляющий проводник, заканчивающийся зажимом *К*. С помощью зажима удобно производить соединение шасси сиг-

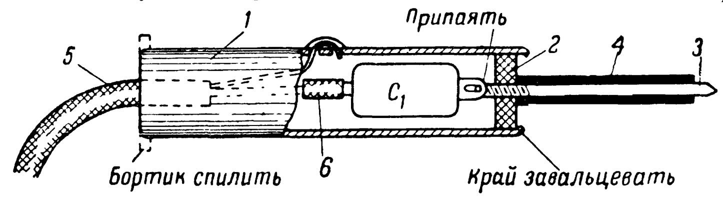


Фиг. 13. Монтажная схема сигнал-индикатора.

нал-индикатора с шасси испытываемого приемника или усилителя. Другое отверстие в задней стенке шасси предназначается для проводов, подводящих питание к сигнал-индикатору.

Конструкция высокочастотного пробника. Высокочастотный пробник (фиг. 14) может быть изготовлен из ружейной латунной гильзы 12-го или 16-го калибра, обозначенной цифрой *1*. Дно гильзы высверливается для пропускания через него кабеля (коммутаторного шнура). В открытый конец гильзы вставляется пробка *2* из эбонита или пертинакса, в

центр которой ввинчен латунный или медный стержень *3* с заостренным концом; при помощи этого стержня осуществляется подключение пробника к различным точкам проверяемой схемы. На стержень *3* надета пертинаксовая трубка *4*, предохраняющая от случайных замыканий стержнем в проверяемой схеме. В случае отсутствия трубки подходящего диаметра стержень можно обмотать двумя-тремя слоями плотной бумаги, проклеив их между собой и покрыв



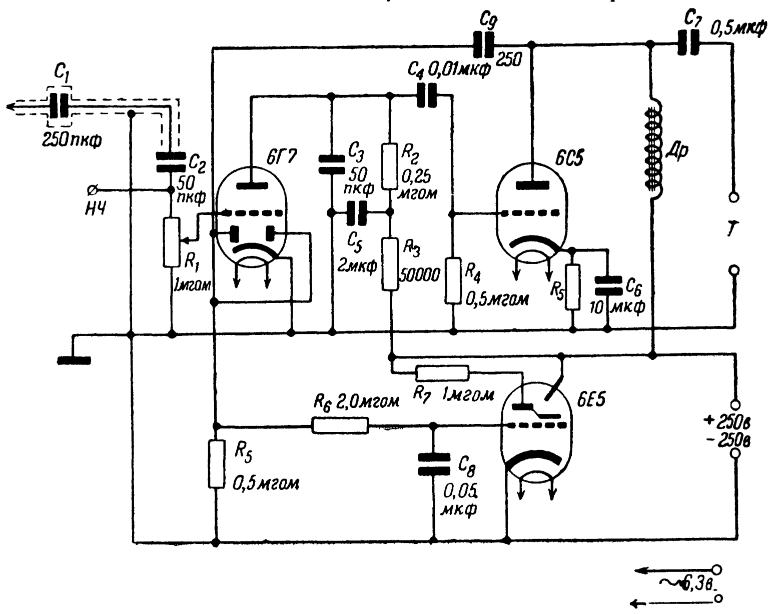
Фиг. 14. Конструкция высокочастотного пробника к сигнал-индикатору.

сверху шеллачным или бакелитовым лаком. До вставления пробки *2* в гильзу один вывод конденсатора C_1 пробника припаивается к стержню *3*; к другому выводу этого конденсатора припаивается средняя жила коммутаторного шнура *5*. На конец этой жилы и на место пайки надевается кусок кембриковой или резиновой трубки *6*, предохраняющий от замыкания жилы на корпус пробника. Конец внешнего проводника коммутаторного шнура пропускается наружу через небольшое отверстие, просверленное в боковой стенке гильзы, и припаивается к ней. Укрепление пробки *2* в гильзе *1* можно осуществить, как показано на фигуре, путем завальцовывания краев гильзы или с помощью лака.

Упрощение схемы. На фиг. 15 дана упрощенная схема сигнал-индикатора. Здесь вместо динамика применяются головные телефоны, включаемые в гнезда *Т*. В связи с этим надобность в третьем каскаде с лампой 6Ф6 отпадает. Сигнал на телефон подается с дросселя, включенного в анодную цепь лампы 6С5 через конденсатор C_7 (0,25 ÷ 0,5 *мкф*). Здесь пригоден практически любой дроссель, имеющий обмотку в несколько тысяч витков. Вместо дроссельного выхода может быть применен трансформаторный выход. Возможна также замена дросселя сопротивлением в 40 000 ÷ 50 000 *ом*.

Работа с сигнал-индикатором. При проверке высокочастотной части и усилителя промежуточной частоты приемника пользуемся пробником (фиг. 14), соединенным с высокочастотным кабелем. Сначала устанавливаем входной потенциометр R_1 в положение наибольшей чувствительности сигнал-индикатора, подключаем пробник к первому контуру

приемника и вращаем его ручку настройки до получения в репродукторе сигнал-индикатора наибольшей слышимости какой-либо станции. Если имеется сигнал-генератор, то его можно подключить на вход приемника и настроить по слы-



Фиг. 15. Упрощенная схема сигнал-индикатора.

шимости его сигнала в сигнал-индикаторе. При этом сигнал-генератор должен быть модулирован низкой частотой. Наличие слышимости в громкоговорителе сигнал-индикатора укажет на исправность всего канала передачи до этого контура. Подключая пробник сигнал-индикатора поочередно к различным контурам приемника от входного до последнего контура промежуточной частоты, проверяем прохождение передачи в этих частях приемно-усилительной схемы. При этом нужно постепенно уменьшать усиление сигнал-индикатора с помощью потенциометра R_1, чтобы не перегружать его громкоговорителя. При подключении сигнал-индикатора к аноду какой-либо лампы слышимость передачи станции или сигнала генератора должна быть больше, чем при подключении к сетке той же лампы. Это указывает на наличие усиления каскада. Пропадание или ослабление слышимости при переходе от одного включения к другому укажет на наличие неисправности между этими двумя точками схемы. Так, например, если при подключении к сетке лампы слышимость имеется, а

при подключении к аноду той же лампы слышимость пропадает, можно сделать заключение, что неисправность кроется в данном каскаде.

Для проверки прохождения передачи после детектора (второго детектора супергетеродина) высокочастотным пробником уже не пользуются. Здесь нужно подключаться к схеме испытываемого приемника или усилителя через зажим НЧ с помощью экранированного провода, оболочка которого соединена с корпусом. Для этого удобно использовать пробник, изготовленный по фиг. 14, но без конденсатора. Методика проверки цепей низкочастотной части приемника или усилителя низкой частоты такова же, как описано выше.

Магический глаз сигнал-индикатора позволяет судить о незначительных изменениях силы сигнала, которые не могут быть замечены на-слух. По магическому глазу можно установить точную настройку контуров в резонанс. Наблюдая за изменением ширины темного сектора на экране магического глаза, очень удобно, например, производить настройку контуров промежуточной части приемника.

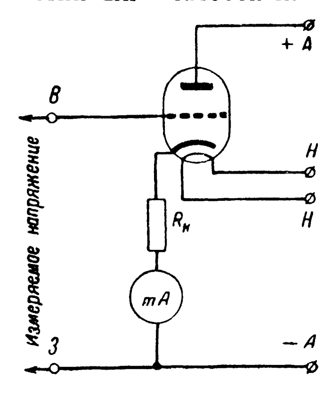
При работе с сигнал-индикатором нужно учитывать, что его подключение к колебательному контуру несколько изменяет резонансную частоту последнего. Чтобы избежать ошибок при настройке и подгонке контуров или полосовых фильтров, вход сигнал-индикатора всегда нужно включать на следующий каскад приемника после настраиваемого. Так, например, при настройке сеточного контура каскада усиления высокой частоты вход сигнал-индикатора следует подключать к аноду лампы этого каскада; при настройке первого полосового фильтра промежуточной частоты прибор нужно подключать к аноду лампы усилителя промежуточной частоты, а при настройке последнего полосового фильтра того же усилителя сигнал-индикатор должен быть включен после второго детектора.

Другие применения сигнал-индикатора. Сигнал-индикатор может быть также использован для проверки адаптеров и микрофонов. Испытываемый адаптер подключается непосредственно к зажиму НЧ и к шасси сигнал-индикатора. Микрофон должен быть включен на те же точки через трансформатор.

3. ЛАМПОВЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ

Ламповые (катодные) вольтметры являются незаменимыми приборами для измерения переменных напряжений в различных цепях радиоприемных и усилительных устройств как на всем диапазоне низких частот, так и на высоких частотах

до области коротких волн. Точность показаний ламповых вольтметров понижается только на самых коротких волнах. Истинный частотный предел определяется конструкцией вольтметра. Вторым преимуществом этих вольтметров является малое затухание, вносимое ими в измеряемые цепи. Подключение лампового вольтметра к низкочастотным схемам практически не влияет на режим их работы. Ничтожно малые токи, потребляемые от измеряемых цепей, делают ламповые вольтметры очень удобными для измерения постоянных напряжений в любых точках приемных и усилительных схем, в том числе и на электродах радиоламп. С помощью лампового вольтметра можно определять истинные величины постоянных напряжений не только на анодах и экранирующих сетках ламп, но даже и на управляющих сетках при наличии в их цепях очень больших сопротивлений.



Фиг. 16. Простейшая схема вольтметра постоянных напряжений с электронной лампой.

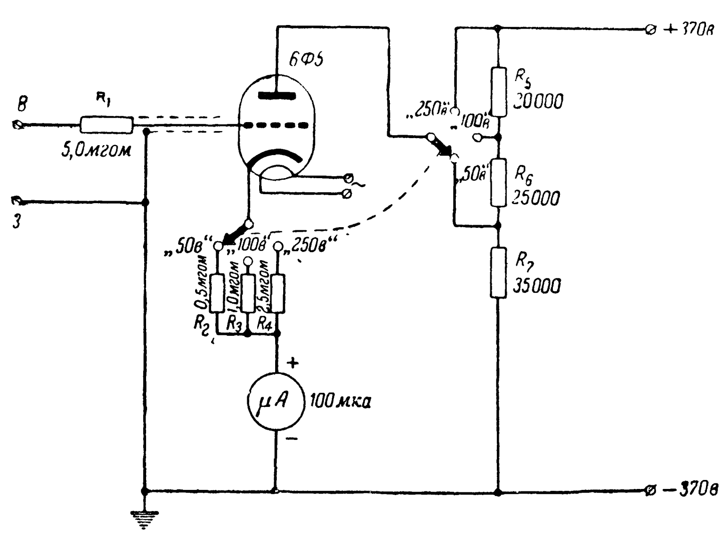
Принцип действия лампового вольтметра для измерения постоянных напряжений. Простейшая схема лампового вольтметра для измерения постоянных напряжений дана на фиг. 16. Как видно из схемы, вольтметр содержит трехэлектродную лампу и индикаторный магнитоэлектрический прибор *mA* (миллиамперметр или микроамперметр), включенный в ее анодную цепь. Сопротивление $R_к$ служит для подачи отрицательного смешения на сетку лампы.

При включении на входные зажимы вольтметра *В* и *З* различных постоянных напряжений в анодной цепи лампы будет проходить ток различной силы, величину которого будет показывать миллиамперметр, так что шкалу миллиамперметра можно отградуировать непосредственно в вольтах.

Ламповый вольтмегр с чувствительным измерительным прибором. Приведенная выше простейшая схема может быть практически использована при наличии чувствительного миллиамперметра. В этом случае сопротивление автоматического смешения $_кR$ должно быть взято настолько большой величины, чтобы на нем получалось падение напряжения, уменьшающее анодный ток до величины, при которой стрелка миллиамперметра будет почти на нуле. При включении между клеммами *В—З* постоянного напряжения, плюсом на клемму *В*,

результирующее отрицательное смещение на сетке лампы будет уменьшаться, а анодный ток возрастать. Градуировка шкалы лампового вольтметра по такой схеме получается очень равномерной за счет отрицательной обратной связи, которая заключается в следующем. При увеличении положительного потенциала в точке *В* по отношению к точке *З* анодный ток будет возрастать и увеличивать падение напряжения на сопротивлении $R_к$, которое подается в цепь сетки лампы. В результате увеличение напряжения цепи сетки от подведенного внешнего напряжения будет ослаблено за счет увеличения отрицательного напряжения на сопротивлении смещения $R_к$. Чем больше сопротивление в катоде $R_к$, тем сильнее будет проявляться это влияние обратной связи.

Практическая схема на три предела измерений. На фиг. 17 дана практическая схема такого лампового вольтметра на три предела измерения: 0—50 *в*, 0—100 *в* и 0—250 *в*. Здесь применяются магнитоэлектрический миллиамперметр с пределом измерения 0 ÷ 0,1 *ма* и лампа 6Ф5. Изменение пределов



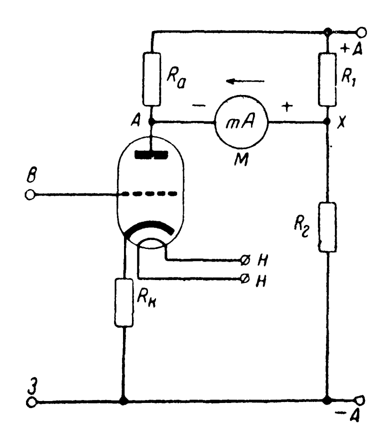
Фиг. 17. Практическая схема лампового вольтметра на три предела измерения напряжений.

измеряемых напряжений в этой схеме осуществляется изменением величины сопротивления смещения, т. е. изменением величины отрицательной обратной связи, и анодного напряжения, подаваемого с делителя напряжения, состоящего из сопротивлений R_5, R_6 и R_7. Переключение всех сопротивлений

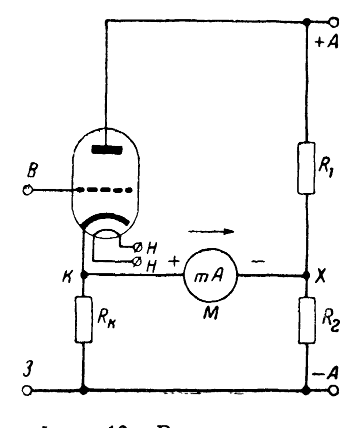
осуществляется сдвоенным переключателем на три положения. В таком вольтметре перед измерениями нужно устанавливать с помощью установочного винта на миллиамперметре стрелку его на нуль (при включенном питании).

Необходимо отметить, что вследствие большой отрицательной обратной связи в этой схеме изменение питающих напряжений, подаваемых от выпрямителя, практически не влияет на градуировку прибора.

Схемы вольтметра с компенсацией. В радиолюбительской практике обычно приходится применять более дешевые миллиамперметры меньшей чувствительности (с большим пределом измерения — порядка нескольких миллиампер). К таким приборам относятся миллиамперметры типов М-1, М-2, 4МШ и др. Когда в схемах ламповых вольтметров используются такие приборы, то применять большие сопротивления смещения не представляется возможным. Большие сопротивления ограничивают силу тока через прибор и стрелка миллиамперметра не сможет отклониться до конца шкалы, даже при значительном положительном напряжении, приложенном к сетке извне. При малых сопротивлениях в цепи катода, которые не дают такого ограничения, автоматическое смещение на сетке будет недостаточно для снижения анодного тока почти



Фиг. 18. Схема лампового вольтметра с компенсацией начального тока через индикаторный прибор.



Фиг. 19. Вариант схемы лампового вольтметра с компенсацией.

до нулевого значения. Поэтому, когда ламповый вольтметр не подключен к каким-либо измеряемым цепям с напряжением, стрелка миллиамперметра не будет стоять на нулевом делении шкалы. В этом случае можно использовать только часть

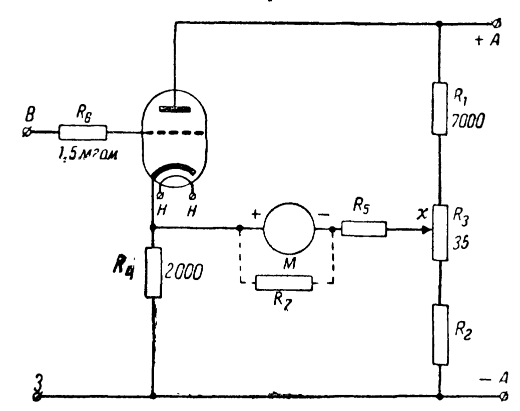
шкалы. Другими словами, «нуль», от которого будет производиться отсчет напряжения, будет не в начале шкалы. Точность отсчета по такой шкале будет пониженная. Необходимое для запирания лампы смещение можно получить от батареи, но применение последней не всегда удобно. Кроме того, распределение делений по шкале в этом случае получается неравномерным (за счет нижнего перегиба ламповой характеристики расстояние между делениями в начале шкалы будет меньше). По этой причине отсчет показаний прибора в начале шкалы получается менее точным.

Для использования шкалы миллиамперметра на всем ее протяжении и для получения достаточно равномерной градуировки в ламповых вольтметрах применяют так называемые компенсационные схемы включения миллиамперметров, два варианта которых даны на фиг. 18 и 19. Принцип работы их заключается в том, что когда ламповый вольтметр не измеряет напряжения и его входные зажимы замкнуты накоротко (или через какое-либо внешнее сопротивление), ток через миллиамперметр *mA* не идет, несмотря на наличие тока в анодной цепи лампы.

Схемы с прибором в цепи анода. Для обеспечения этого в схеме фиг. 18 величины сопротивлений R_a и R_1 подбираются таким образом, что на них в указанных условиях получается одинаковое падение напряжения. Тогда потенциалы точек *А* и *Х* одинаковы и ток через миллиамперметр не идет. При включении между точками *В* и *З* напряжения с плюсом на точку *В* анодный ток лампы увеличивается, падение напряжения на сопротивлении R_a также увеличивается, а потенциал точки *А* понижается по сравнению с потенциалом точки *Х*, в результате чего через прибор *М* пойдет ток в направлении, указанном стрелкой. Чем больше будет напряжение между точками *В* и *З*, тем больше будет анодный ток, больше будет падение напряжения на сопротивлении R_a и тем больше будет сила тока через миллиамперметр *М*. Для получения наилучшей чувствительности лампового вольтметра сопротивление R_1 должно быть в несколько раз меньше сопротивления R_a.

Схема с прибором в цепи катода. Схема фиг. 19 действует подобным же образом. Здесь при замкнутых накоротко клеммах *В* и *З* подбирается сопротивление R_2 такой величины, чтобы падение напряжения на нем было равно надению напряжения на сопротивлении $R_к$ автоматического смещения. Этим достигается отсутствие разности потенциалов между точками *К* и *Х* и отсутствие тока через миллиамперметр. При включении между точками *В* и *З* напряжения

с плюсом на сетку потенциал точки K вследствие увеличения анодного тока и, следовательно, увеличения падения напряжения на сопротивлении $R_к$ возрастает, и стрелка миллиамперметра покажет отклонение. В этой схеме сопротивление R_2 также должно быть в несколько раз меньше сопротивления $R_к$. Чем больше крутизна характеристики, применяемой в вольтметре лампы, тем меньше будет предел его измерения, т. е. тем меньшее положительное напряжение, включенное между точками B и $З$, даст полное отклонение стрелки, тем точнее можно будет измерять малые напряжения.



Фиг. 20. Практическая схема лампового вольтметра на один предел измерения постоянного напряжения.

Практические данные схемы. В табл. 2 даны практические данные ламповых вольтметров, выполненных по схеме типа фиг. 19 с применением разных ламп и миллиамперметров.

Практическая схема вольтметра приведена на фиг. 20. Во всех случаях сопротивление $R_1 = 7\,000$ *ом* и сопротивление смещения $R_4 = 2\,000$ *ом*. Потенциометр R_3 служит для точной установки стрелки прибора на нуль при замкнутых накоротко клеммах B и $З$. При помощи этого потенциометра подбирается потенциал точки X, равный потенциалу точки K при изменениях питающих напряжений и при замене ламп. Сопротивление этого потенциометра может лежать в пределах 30—100 *ом*.

В первой графе даны типы ламп. Лампы 6Ж7, 6АВ7, 6АС7, 6Ж2М, 6Ж3М включаются как триоды, т. е. их экранирующие сетки соединяются с анодом (антидинатронные сетки соединяются с катодом). Во второй графе указано постоянное напряжение, питающее анодную цепь лампы и делитель напряжения, состоящий из сопротивлений R_1, R_3 и R_2. В третьей графе приведен предел измерения применяемого миллиамперметра, т. е. сила тока, при которой стрелка его

Таблица 2

ДАННЫЕ ЛАМПОВОГО ВОЛЬТМЕТРА (фиг. 20)

Тип лампы	Анодное напряжение, *в*	Пределы измерения миллиамперметра, *ма*	Предел измерения лампового вольтметра, *в*	Ориентировочная величина сопротивления R_2, *ом*
6С5 } 6Ж7* }	300	0÷8 0÷5 0÷3	6,5 4,0 2,5	275
	100	0÷5 0÷3	7,0 5,0	
6Ж3М*	300	0÷8 0÷5 0÷3	3,3 2,2 1,5	135
6Ж2М*	300	0÷8 0÷5 0÷3	2,8 1,8 1,2	150
6АВ7*	300	0÷8 0÷5 0÷3	3,1 2,1 1,5	140
6АС7*	300	0÷8 0÷5 0÷3	2,6 1,7 1,0	145

* Включены как триоды.

дает полное отклонение. В четвертой графе даны пределы измеряемого напряжения ламповым вольтметром при данной лампе, данном питающем напряжении и применяемом миллиамперметре, т. е. величина напряжения между клеммами *В* и *З*, при котором стрелка прибора дает полное отклонение. В последней графе указана величина сопротивления R_2, необходимая для получения силы тока, близкой к нулю, при замкнутых накоротко клеммах *В* и *З*.

Сопротивление R_5 — проволочное. Это сопротивление служит для подгонки предела измерений ламповым вольтметром. Величина его зависит от типа применяемой лампы и свойств миллиамперметра.

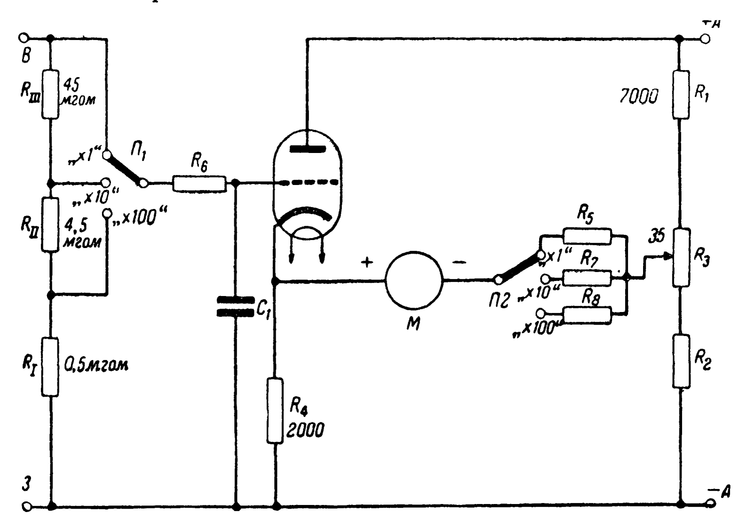
Например, при лампе 6Ж2М и миллиамперметре с пределом измерения 0—8 *ма* стрелка его дает отклонение до конца шкалы при напряжении между клеммами *В* и *З*, равном 2,8 *в*. Если необходимо эту величину округлить до 3 *в*, то эта задача решается подбором величины сопротивления R_5. Та-

кую подгонку можно произвести, включая вместо последовательного сопротивления — параллельное сопротивление (шунт) R_7. При наличии в миллиамперметре магнитного шунта подгонка предела измерения вольтметра в некоторых случаях может быть произведена с его помощью и без применения сопротивления R_5 или R_7. Сопротивление R_6 — непроволочное, имеет величину 1—2 *мгом* и служит для ограничения тока сетки электронной лампы при случайной подаче на нее большого положительного напряжения, превышающего напряжение смещения. При нормальной работе схемы тока сетки нет, и напряжение на сопротивлении R_6 не теряется.

Делитель напряжения. Вольтметры с электронными лампами по приведенным выше схемам, как видно из таблицы, дают возможность измерять напряжения не свыше нескольких вольт. Практически же в приемных и усилительных схемах встречается необходимость измерять постоянные напряжения в десятки и сотни вольт. Такое расширение пределов измерения лампового вольтметра может быть осуществлено путем добавления в его схему делителя напряжения, включаемого между входными клеммами вольтметра и цепью сетки его лампы. Схема такого делителя, состоящего из трех постоянных сопротивлений и переключателя, дана на фиг. 21. При установке переключателя в положение $\times 1$ сетка лампы включается на клемму *В* и в цепь сетки поступает полное напряжение, действующее между клеммами *В* и *З*. В это положение переключатель ставится для измерения напряжений, не превышающих предела измерения вольтметра без делителя. Если переключатель поставить в положение $\times 10$, в цепь сетки лампы будет поступать только одна десятая часть напряжения между клеммами *В* и *З*, соответствующая падению напряжения на сопротивлениях R_I и R_{II}. Остальная часть измеряемого напряжения будет падать на сопротивлении R_{III}. Поэтому при положении переключателя $\times 10$ можно измерять вольтметром напряжения в 10 раз большие, чем при первом положении переключателя. Если же переключатель $П_1$ поставить в положение $\times 100$, в цепь сетки лампы будет включено только одно сопротивление R_1, составляющее одну сотую от общего сопротивления делителя, сетка лампы получит только одну сотую от величины измеряемого напряжения.

В делителе напряжения сопротивления имеют весьма большую величину с той целью, чтобы через них ответвлялся от измеряемой цепи возможно меньший ток и чтобы тем самым вольтметр оказывал возможно меньшее влияние на режим работы последней. Такие сопротивления практически могут быть только непроволочными. Необходимо применять сопро-

тивления высокого качества, не подверженные изменениям от влияния времени и маркированные возможно высшим классом точности (±5% или еще лучше ±1%). Если в распоряжении конструктора нет сопротивлений необходимой величины или если фактические их величины отличаются от пока-



Фиг. 21. Практическая схема лампового вольтметра с делителем измеряемого напряжения.

занных на схеме, то можно составить каждую секцию делителя из двух или нескольких сопротивлений, соединенных между собой последовательно или параллельно. Неточность соотношения сопротивлений в секциях делителя можно компенсировать добавлением в схему сопротивлений R_5, R_7 и R_8, переключаемых одновременно с переключением секций делителя напряжений R_I, R_{II} и R_{III}. Величины сопротивлений R_5, R_7 и R_8 подбираются при налаживании лампового вольтметра таким образом, чтобы при каждом положении переключателя стрелка прибора давала полное отклонение при заданной величине подведенного к вольтметру напряжения (например 3,30 и 300 *в*).

Расчет делителя. При необходимости иметь в делителе сопротивления с другими величинами или при желании получить другие соотношения показаний прибора при различных положениях переключателя, расчет сопротивлений делителя производится следующим образом. Прежде всего определяют, при каком подведенном напряжении стрелка прибора дает полное отклонение без делителя. Этот предел измерения мо-

жет быть округлен, как указывалось выше, путем регулировки магнитного шунта или подбором сопротивления R_5 (фиг. 20 и 21). Полученная величина будет соответствовать положению переключателя $\times$ *1*. Обозначим ее U_1. Далее задаются пределами измерения вольтметра при других положениях переключателя. Обозначим их соответственно U_{II} и U_{III}. Наконец, задаются величиной сопротивления R_I, величину которого можно брать в пределах от 100 000 *ом* до 1 *мгом*. Тогда величины сопротивлений R_{II} и R_{III} определятся по формулам

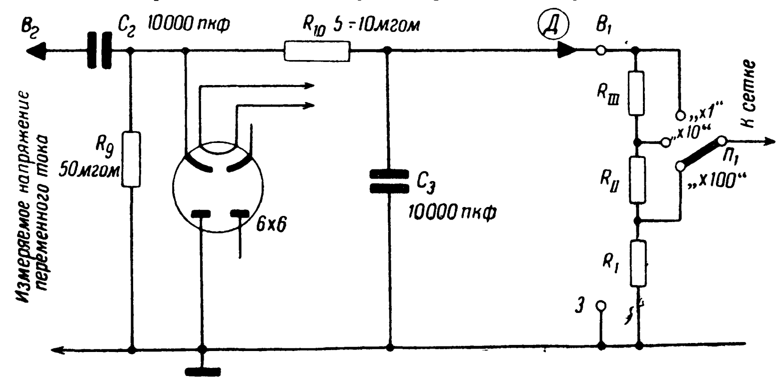
$$\left.\begin{aligned} R_{II} &= R_I\left(\frac{U_{II}}{U_I} - 1\right), \\ R_{III} &= (R_I + R_{II})\cdot\left(\frac{U_{III}}{U_{II}} - 1\right). \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Если желательно построить вольтметр на большее число пределов измерения, то дальнейший расчет можно произвести по нижеследующим формулам, в которых приняты аналогичные обозначения:

$$\left.\begin{aligned} R_{IV} &= (R_I + R_{II} + R_{III})\cdot\left(\frac{U_{IV}}{U_{III}} - 1\right), \\ R_V &= (R_I + R_{II} + R_{III} + R_{IV})\left(\frac{U_V}{U_{IV}} - 1\right) \end{aligned}\right\} \qquad (4')$$

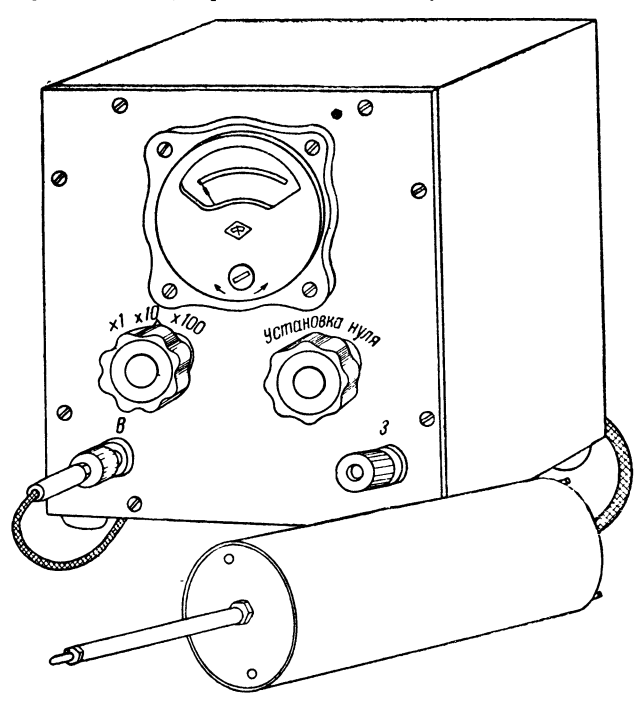
и т. д.

Если полученная по расчету величина общего сопротивления делителя окажется чрезмерно большой или, наоборот, недостаточной, следует задаться соответственно меньшим или бо́льшим сопротивлением R_I и произвести расчет заново.



Фиг. 22. Схема диодного выпрямителя к ламповому вольтметру для измерения переменных напряжений.

Ламповый вольтметр для переменных напряжений. Для измерения переменных напряжений к вольтметру по схеме фиг. 21 нужно добавить выпрямитель (детектор). Схема такого выпрямителя с лампой 6Х6 дана на фиг. 22. Измеряемое переменное напряжение подается через конденсатор C_2 в цепь катод — анод одного из диодов лампы (второй диод лампы 6Х6 в схеме не используется). Так как диод обладает проводимостью только во время положительных полупериодов переменного напряжения на сопротивлении R_9, включенном между анодом и катодом диода, получается выпрямленное пульсирующее напряжение. Через фильтр, состоящий из сопротивления $R_{10} = 5 \div 10$ *мгом* и конденсатора $C_3 = 10\,000 \div 20\,000$ *пкф*, это напряжение подается на делитель напряжения и через него на сетку лампы вольтметра,

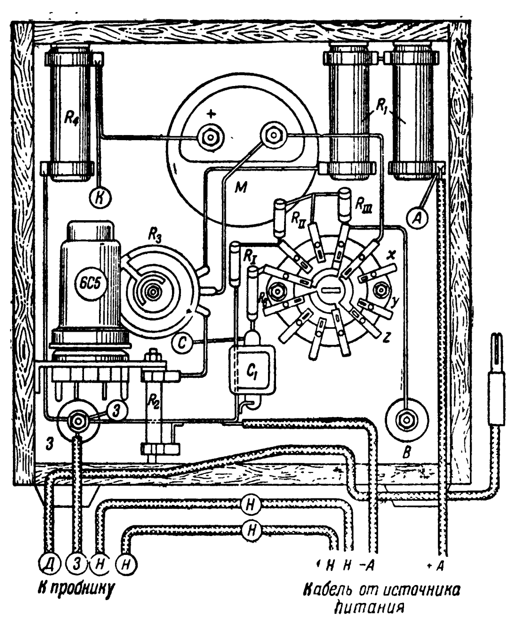


Фиг. 23. Конструктивное оформление лампового вольтметра с пробником на лампе 6Х6.

выполненного по схеме фиг. 21 (на фиг. 22 показана только часть последнего). Выпрямленное диодом напряжение измеряется так же, как и постоянное напряжение, подведенное непосредственно к делителю. Отключая от клеммы B_1 диод-

ный выпрямитель, данным вольтметром можно производить измерение и постоянных напряжений.

Конструктивное оформление лампового вольтметра, собранного по схеме фиг. 21 или по схеме фиг. 22, показано на фиг. 23. Миллиамперметр, триод, детали схемы компенсации

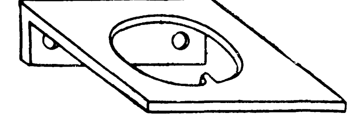


Фиг. 24. Монтажная схема лампового вольтметра. В случае применения в схеме сопротивлений R_5, R_7 и R_8 (фиг. 21) проводник, соединяющий миллиамперметр с потенциометром R_3, нужно снять и включить эти сопротивления между ламелями переключателя *x, y, z* и средним выводом потенциометра R_3.

тока через миллиамперметр и делитель измеряемого напряжения монтируются в деревянном ящике. Диодный выпрямитель с лампой 6Х6 выполнен в виде самостоятельной конструктивной единицы — «пробника», заключенного в цилиндрический металлический экран. Пробник соединяется с ламповым вольтметром кабелем.

Монтаж вольтметра постоянного напряжения. Переднюю панель ящика лучше всего сделать из листового алюминия толщиной около 2 *мм*, или из другого какого-либо металла, или же из пертинакса, гетинакса, эбонита, карболита, дерева и т. п. На передней панели монтируются миллиамперметр, переключатель пределов измерения, потенциометр R_3 для установки нуля вольтметра и зажимы для включения его на

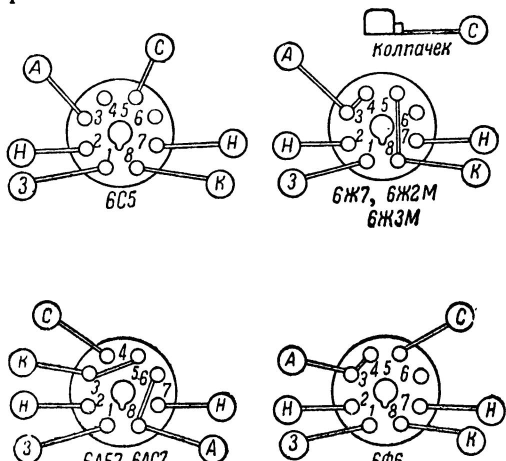
измерение постоянных напряжений (фиг. 24). Ламповая панель крепится к боковой стенке ящика на кронштейне, изготовленном из листового алюминия по фиг. 25. Сопротивление R_2, намотанное на каркасе сопротивления Каминского или СС, скрепляется с помощью сквозного болта с кронштейном и нижней стенкой ящика и служит дополнительной опорой для кронштейна. Сопротивление R_1 — схемы компенсации состоит из двух остеклованных сопротивлений (общая величина 7 000 *ом*), монтированных на верхней стенке ящика. На монтажной схеме показано применение остеклованного сопротивления R_4 в 2 000 *ом*, которое крепится к верхней стенке ящика. Вместо него может быть применено непроволочное сопротивление такой же величины на мощность не менее 2 *вт*. Потенциометр R_3 изготовлен из обычного реостата накала путем вывода на отдельный лепесток второго конца его обмотки. Если в вольтметре применена металлическая панель, корпус потенциометра должен быть изолирован от нее с помощью эбонита, пертинакса и т. п. Концы обмотки потенциометра соединяются с сопротивлениями R_1 и R_2, а корпус (движок) его — с сопротивлениями R_5, R_7 и R_8 или, в случае отсутствия последних в схеме, непосредственно с отрицательным зажимом миллиамперметра. (На монтажной схеме фиг. 24 сопротивления R_5, R_7 и R_8 не показаны, так как в изготовленном автором вольтметре пределы его измерения при различных положениях переключателя были точно подогнаны применением в делителе сопротивлений точной величины). Концы проводов, обозначенные на фиг. 25 буквами *Н*, *К*, *С* и *А* в кружках, припаиваются к гнездам ламповой панели. Порядок их припайки при использовании ламп различных типов показан на фиг. 26.



Фиг. 25. Конструкция кронштейна для панели электронной лампы.

Следует отметить особенности монтажа сопротивлений делителя напряжения. Общее сопротивление делителя, а также сопротивление его отдельных частей имеет величину порядка мегомов и даже десятков мегомов. Поэтому необходимо обеспечить очень высокую изоляцию от панели зажима, на который включается плюс измеряемого напряжения, а также очень высокую изоляцию токонесущих деталей переключателя пределов измерения. Если утечка тока в этих цепях будет заметной, может нарушиться соотношение пределов измерения вольтметра. Из этих соображений сопротивления делителя крепятся только на ламелях переключателя

с помощью пайки. Крепление сопротивлений делителя в каких-либо дополнительных точках не рекомендуется, так как оно может нарушить изоляцию между отдельными точками потенциометра.

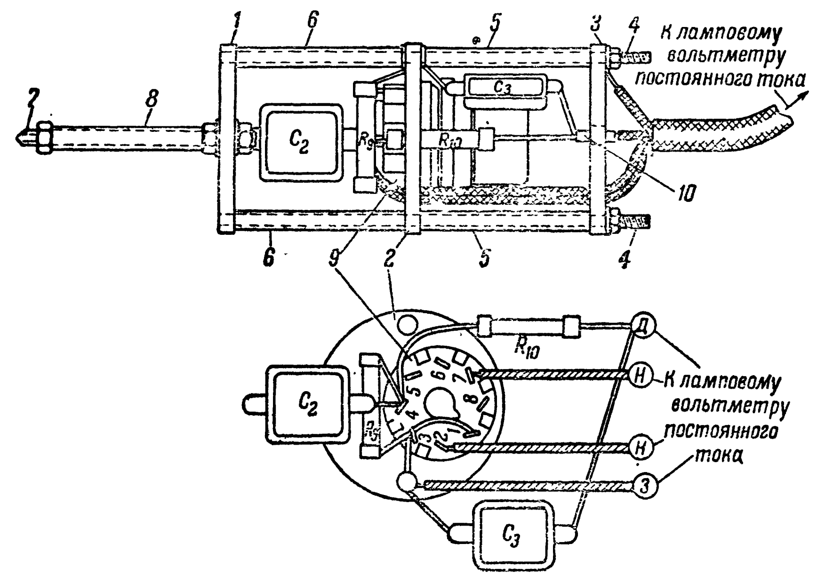


Фиг. 26. Монтаж ламповой панели при использовании в вольтметре электронных ламп различных типов.

Монтаж пробника с лампой 6Х6. Экран пробника может быть алюминиевым, латунным или медным. Его можно спаять из листового металла толщиной 0,5 — 0,8 *мм*. Можно использовать и готовый экран от контурных катушек. Размеры его существенного значения не имеют, однако при чрезмерно больших размерах пробник будет неудобен в обращении, а при малых невозможно будет разместить внутри экрана лампу 6Х6 и детали. Автором использован готовый экран с внутренним диаметром 50 *мм* и высотой 100 *мм*.

Монтаж пробника выполнен на трех дисках *1, 2* и *3* (фиг. 27) из пертинакса, эбонита или другого изоляционного материала, скрепленных между собой двумя стойками из болтов *4*, на которые надеты втулки (отрезки трубки) *5* и *6*, поддерживающие необходимые расстояния между дисками. Таким образом диски образуют подобие этажерки, которая вставляется в экран. Диаметр дисков *1, 2* и *3* должен соответствовать внутреннему диаметру экрана, а длина болтов *4* должна быть несколько больше высоты экрана. Концы болтов выходят через отверстия в дне экрана и на них навинчиваются гайки, с помощью которых осуществляется крепление «этажерки» в экране. Расстояние между дисками *1* и *2* выби-

рается из соображений возможности монтажа между ними конденсатора. В центр диска *1* ввинчивается латунный стержень *7* и на него надевается тонкая пертинаксовая трубка *8*. Конец стержня, заточенный на острие, служит для подключения его к различным точкам проверяемой схемы приемника

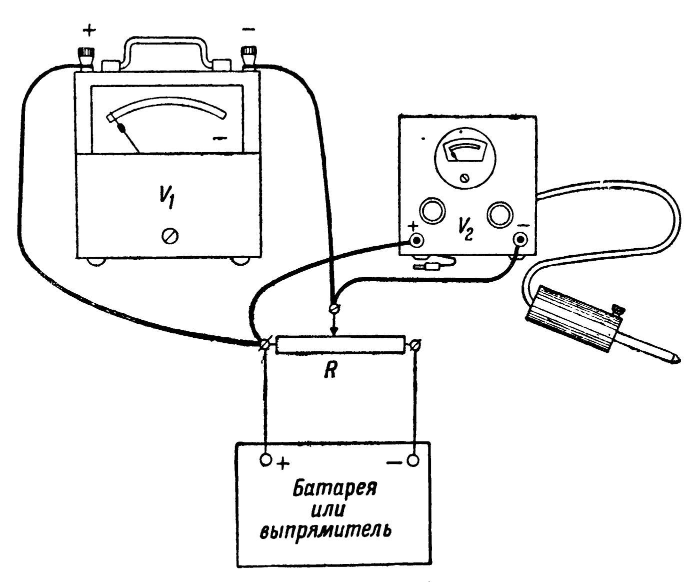


Фиг. 27. Монтаж „пробника" с диодным выпрямителем к ламповому вольтметру.

или усилителя. На среднем диске *2* этажерки монтируется ламповая панель *9*. Один вывод конденсатора C_2 припаивается к концу стержня *7*, а другой — непосредственно к катодному гнезду *(№ 4)* ламповой панели. К этому же гнезду возможно более короткими проводниками (чтобы емкость их по отношению к экрану и другим частям конструкции была минимальной) припаиваются сопротивления R_9 и R_{10}. Второй конец сопротивления R_9 припаивается к анодному гнезду ламповой панели (*№ 3*), которое, в свою очередь, соединяется с болтом *4* одной из стоек. Сопротивление R_{10} проходит сквозь отверстие в диске *2* и его второй конец припаивается к металлическому лепестку *10*, укрепленному на диске *3*. Расстояние между дисками *3* и *2* практически делается не менее 45 *мм* из соображений удобства вставления лампы 6Х6 в гнездо панели. Между лепестками *10* и болтом *4* стойки (к которому присоединен анод диода) монтируется конденсатор C_3.

Соединительный кабель. Пробник соединяется с вольтметром постоянного тока четырехжильным кабелем длиной около 1 *м.* Жилы кабеля должны иметь хорошую изоляцию. Один конец кабеля пропускается в сделанное в середине дна экрана отверстие. Две его жилы пропускаются в отверстие в дисках *3* и *2* и концы их припаиваются непосредственно к гнездам накала (№ *2* и *7*) ламповой панели *9*. Третья жила соединяется с болтом *4* той же стойки, с которой соединены анод диода и конденсатор C_3. Наконец, четвертая жила кабеля включается на лепесток *10* на диске *3*, к которому припаяны сопротивления R_9 и конденсатор C_3. Второй конец кабеля соединяется со схемой, монтированной в ящике. Концы проводов, одинаково обозначенные (буквами *Н, Д* и *З* в кружках) на фиг. 24 и 27, должны быть между собой соединены.

Питание. Питание от выпрямителя подводится к ящику вольтметра постоянного тока. На концы проводов *Н-Н* долж-



Фиг. 28. Схема градуировки лампового вольтметра по шкалам постоянных напряжений.

но быть включено переменное напряжение от низковольтной обмотки силового трансформатора, дающей напряжение 6,3 *в*, а на концы проводов + *А* и — *А* — выпрямленное напряжение 250—300 *в*. Выпрямитель должен давать по напряжению 6.3 *в* 0,6 *а* и по напряжению 300 *в* ток до 60 *ма*. Может быть

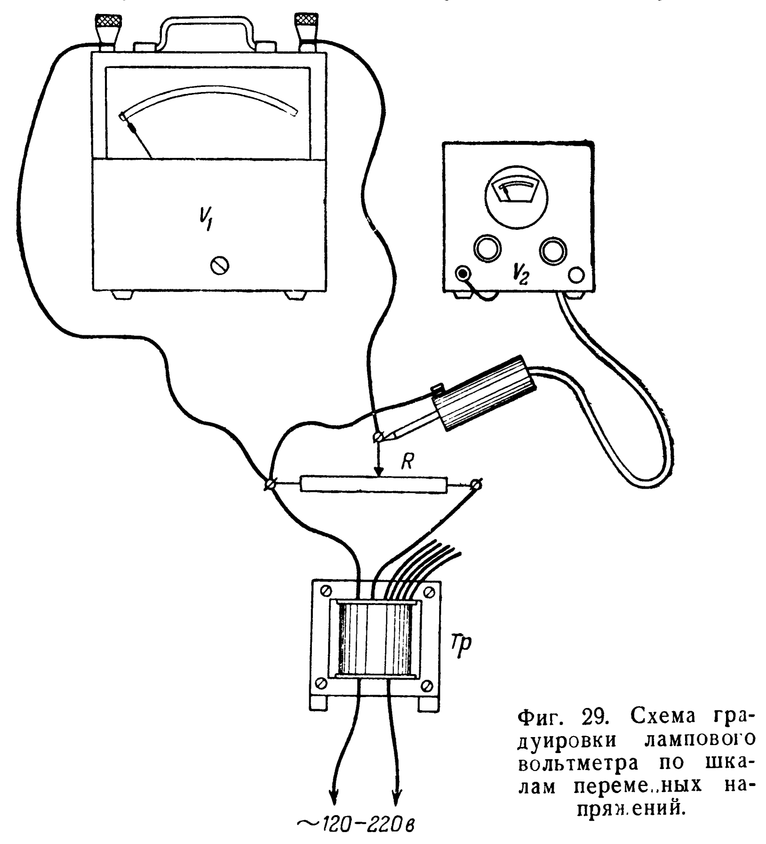
применен, например, выпрямитель от «сигнал-индикатора» (см. стр. 20). При желании конструктора выпрямитель может быть смонтирован в общем ящике с вольтметром.

Градуировка шкал постоянных напряжений. Для градуировки по шкалам постоянных напряжений собирают схему согласно фиг. 28, где V_1—эталонный вольтметр и V_2—градуируемый ламповый вольтметр. В качестве источника питания этой схемы при градуировке могут быть использованы батареи соответствующего напряжения. Для градуировки на большие напряжения может быть применен кенотронный выпрямитель. Потенциометр R должен быть выбран из следующих соображений: 1. Чем больше его сопротивление, тем менее равномерной будет регулировка подаваемого на приборы напряжения. Это создает затруднения при точной установке нужных напряжений при положениях движка, близких к краю. Минимальные же его значения ограничиваются возможностью нагрузки источника питания, что особенно важно при работе с батареями. Практически достаточно, чтобы полное сопротивление потенциометра было в два раза меньше сопротивления эталонного вольтметра при включении его на градуировку данной шкалы. 2. Потенциометр должен допускать прохождение через него тока в 1,5—2 раза большего, чем ток, определяемый сопротивлением потенциометра и напряжением питающего источника. Перед градуировкой сначала производят подгонку предела измерения лампового вольтметра при установке его переключателя в положение $\times 1$. Изменением подаваемого на приборы напряжения добиваются показания эталонного вольтметра, равного заданному максимальному показанию лампового вольтметра при данном положении его переключателя. Сопротивление R_5 (фиг. 21) следует увеличить, если стрелка лампового вольтметра дает полное отклонение, когда эталонный вольтметр показывает напряжение меньше заданной величины, и уменьшить, если стрелка градуируемого лампового вольтметра не дает при ней полного отклонения. Изменение величины сопротивления R_5 достигается увеличением или укорачиванием образующего его провода. После подгонки градуируют данную шкалу по всей ее длине. Для этого, изменяя положение движка потенциометра, устанавливают стрелку эталонного прибора поочередно на различные деления, отличающиеся друг от друга на 0,1—0,2 *в*, и по его показаниям наносят соответствующие точки на шкалу лампового вольтметра.

Когда закончена градуировка прибора по первой шкале, переводят переключатель лампового вольтметра в другое положение и производят подгонку сопротивления R_7, а затем делают градуировку шкалы для данного предела измерения,

наняся на нее второй ряд точек через 1—2 *в*. Аналогичным образом подгоняют предел показания и производят градуировку третьей шкалы, нанося на нее точки соответственно через большие интервалы напряжения. В процессе градуировки лампового вольтметра на разные шкалы переключают пределы измерения эталонного вольтметра, а при необходимости заменяют и источники питания другими, с большими напряжениями, а также и потенциометр, руководствуясь соображениями, изложенными выше.

Необходимо отметить, что градуировку вольтметра нужно производить при надетом на него кожухе, так как отсутствие



Фиг. 29. Схема градуировки лампового вольтметра по шкалам переме..ных напряк.ений.

кожуха несколько изменяет градуировку прибора. Для нанесения делений на шкалу нужно только снимать стекло прибора, устанавливая его на место по окончании градуировки.

Градуировка на переменные напряжения. Схема градуировки лампового вольтметра на переменные напряжения при-

ведена на фиг. 29. Здесь должен быть применен эталонный прибор переменного напряжения. Для градуировки первой шкалы лампового вольтметра потенциометр подключается к обмотке накала трансформатора от приемника. Для градуировки на большие напряжения потенциометр может быть включен прямо в сеть переменного тока без трансформатора. Наконец, для градуировки в пределах, превышающих напряжение сети, может быть использована в качестве источника питания повышающая обмотка силового трансформатора приемника. При выборе потенциометра для включения на данный источник следует руководствоваться теми же соображениями, что и при градуировке по шкалам постоянных напряжений.

Градуировка по шкалам переменных напряжений производится так же, как и градуировка на постоянных напряжениях.

Градуировочные графики. При использовании в ламповом вольтметре миллиамперметра малого размера зачастую трудно уместить на его шкале необходимое количество градуировок. В этом случае можно оставить на приборе шкалу с заводской градуировкой, построив для лампового вольтметра градуировочные графики, и пользоваться ими при дальнейших измерениях. Изготовляются градуировочные графики следующим образом. По горизонтальной оси наносятся деления шкалы, а по вертикальной—измеряемые напряжения. При градуировке лампового вольтметра точки наносятся не на его шкалу, а на соответствующие заготовленные графики и затем нанесенные таким образом точки соединяются плавной линией. По таким графикам удобнее производить отсчет показаний прибора, чем по его маленькой шкале. Для длительной сохранности их следует наклеить на картон и закрыть тонким листовым целлулоидом.

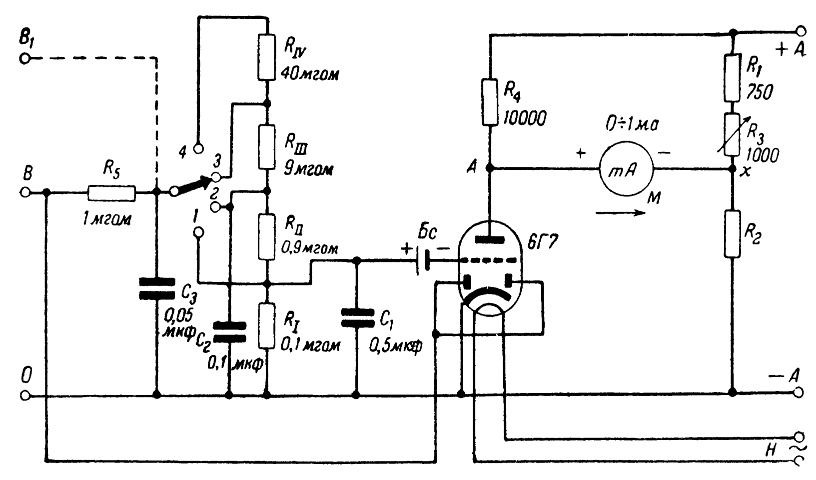
Работа с вольтметром. Для использования прибора как вольтметра постоянного тока к нему нужно сделать щупы. После включения на вольтметр питания необходимо дать его лампам прогреться в течение 3—5 мин., установить с помощью потенциометра R_3 стрелку на нуль и только после этого производить измерения так же, как и с помощью обычного магнито-электрического вольтметра.

При использовании вольтметра для измерений в схемах усиления низкой частоты его клемма *3* соединяется с шасси проверяемого приемника или усилителя, а штепсель кабеля пробника с диодом включается в гнездо *B* на передней панели ящика вольтметра. После этого острием стержня пробника прикасаются к точкам схемы, на которых определяется напряжение. Когда производятся измерения напряжений в се-

тях переменного тока, присоединять к вольтметру заземление недопустимо; во всех же других случаях включение заземления желательно.

Для измерений напряжений высокой частоты нужно соединить экран пробника с шасси испытываемого аппарата возможно более коротким проводником либо плотно прикоснуться экраном пробника к краю шасси. Одновременно острием пробника с диодом прикасаются к точкам схемы, на которых должно быть определено напряжение высокой частоты. Необходимо учитывать, что при подключении вольтметра к резонансным контурам высокой частоты входная емкость пробника несколько изменяет настройку этих контуров.

Вольтметр с лампой 6Г7. В заключение настоящего раздела даем описание схемы вольтметра для измерения переменных напряжений, содержащего только одну лампу (фиг. 30). В этой схеме применяется двойной диод-триод типа 6Г7, диодная часть которого используется для выпрямле-



Фиг. 30. Схема лампового вольтметра с лампой 6Г7 для измерения переменных напряжений.

ния измеряемого напряжения, а триодная часть работает в схеме с компенсацией тока через миллиамперметр подобно схеме фиг. 18. Сетка лампы в схеме фиг. 30 получает отрицательное начальное смещение от одного сухого элемента *Бс*. Измеряемое переменное напряжение включается на входные клеммы *В* и *О*. Между этими же клеммами включены соединенные параллельно диоды лампы. Выпрямленное напряжение получается на делителе, состоящем из четырех сопро-

тивлений R_I, R_{II}, R_{III} и R_{IV}, переключением секций которого осуществляется изменение пределов измерения вольтметра. Сопротивление R_5 совместно с конденсатором C_3 составляет фильтр выпрямленного напряжения. Дополнительная фильтрация осуществляется конденсаторами C_1 и C_2, шунтирующими отдельные секции делителя. Выпрямленное диодом напряжение (полностью или часть его, в зависимости от положения переключателя) подается во всех случаях на сетку лампы только с концов сопротивления R_I делителя. Вследствие того, что триодная и диодная части лампы 6Г7 имеют общий катод, в данной схеме сетка лампы не может быть соединена с катодом триода, как это сделано в схеме фиг. 21 и 23, а соединена через сопротивления делителя и сопротивление фильтра R_5 с анодами диодов; поэтому выпрямленное диодами переменное напряжение поступает на сетку лампы со знаком минус, отчего анодный ток лампы уменьшается, потенциал точки A по сравнению с потенциалом точки X повышается и в показанном стрелкой направлении через миллиамперметр проходит ток. Из сравнения последней схемы со схемой фиг. 18 видно, что в них направления токов через миллиамперметр противоположны. Поэтому и полярность включения миллиамперметра также должна быть обратной.

При величинах сопротивлений и миллиамперметре, указанных в схеме фиг. 30, такой вольтметр позволяет измерять напряжения низкой частоты — от нескольких вольт и примерно до 500 *в*. (Сопротивление R_2 должно быть подобрано; величина его около 30 000 *ом*.) Применение этого вольтметра для измерения напряжений высокой частоты ограничено, так как он обладает значительной входной емкостью. Во всех случаях, когда в цепи имеется постоянная слагающая, между измеряемой цепью и зажимом «В» необходимо включать конденсатор емкостью около 0,05 *мкф*.

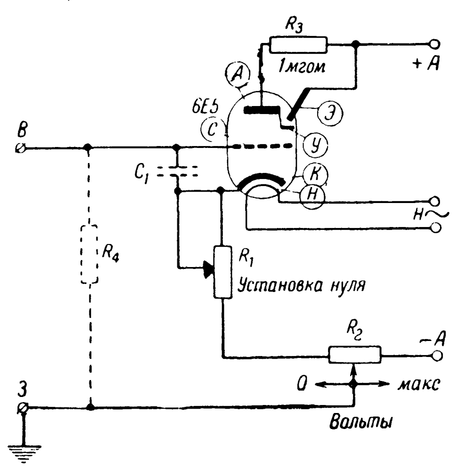
При измерении постоянных напряжений плюс измеряемого напряжения должен соединяться с клеммой O, а минус — с зажимом B_1.

Градуировка вольтметра производится, как описано выше.

4. ВОЛЬТМЕТРЫ С МАГИЧЕСКИМ ГЛАЗОМ

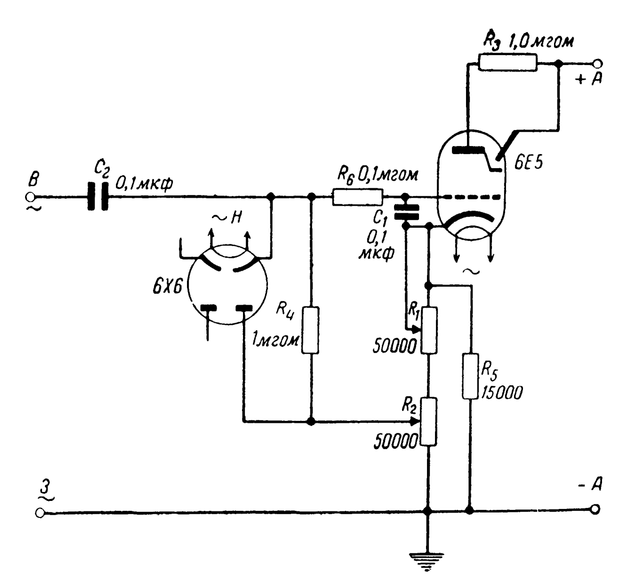
Вольтметр для постоянных напряжений. Простейшая схема такого вольтметра показана на фиг. 31. Действие ее основано на следующем принципе. Как известно, при равенстве потенциалов на флуоресцирующем экране $Э$ магического глаза и на управляющем электроде $У$, соединенном с анодом A, и при определенном смещении на сетке $С$ светится вся поверхность экрана.

При замыкании накоротко клемм *В* и *З* (фиг. 31) и установке движка R_2 в крайнее левое положение смещение с последнего в цепь сетки подаваться не будет и оно будет определяться только величиной R_1. Изменяя положение движка R_1, можно установить на сетке такое смещение, при котором тень на экране будет иметь вид тонкой линии. Это положение соответствует условному нулю вольтметра. Если теперь, разомкнув зажимы *В* и *З*, включить между ними напряжение порядка нескольких вольт плюсом на сетку лампы, то общее отрицательное смещение на сетке уменьшится, ток в анодной цепи увеличится, падение напряжения на R_3 увеличится, потенциал анода *А* и электрода *У* уменьшится, а на экране появится теневой сектор. Чем больше будет положительный потенциал на зажиме *В* по отношению к зажиму *З*, тем шире будет затемненный сектор. При перемещении ползунка R_2 вправо отрицательное напряжение в цепи сетки лампы будет возрастать и теневой сектор будет уменьшаться. При некотором положении движка R_2 тень на экране снова обратится в тонкую линию. Чем больше напряжение между *В* и *З*, тем большее отрицательное напряжение нужно подать с R_2 в цепь сетки для получения тонкой линии. Вследствие этого, подавая на зажимы *В* и *З* различные напряжения, представляется возможность отградуировать шкалу потенциометра R_2 непосредственно в вольтах. Отсчет напряжения производится по показанию стрелки шкалы R_2, при котором тень на экране магического глаза превращается в прямую линию. Такой вольтметр имеет предел измерения примерно до 8 *в*. Градуировка его может быть произведена с использованием схемы фиг. 28.



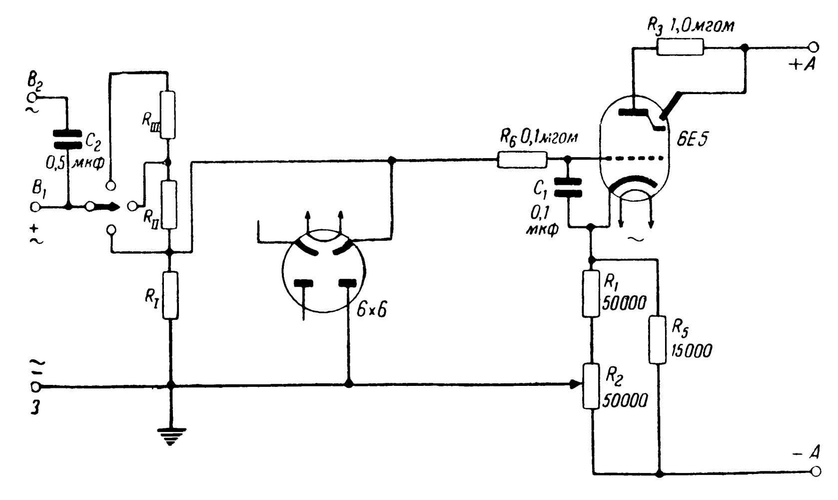
Фиг. 31. Схема вольтметра с лампой 6Е5 для постоянных напряжений.

Вольтметр для переменных напряжений. **Схема такого вольтметра приведена на фиг. 32. Для измерения переменных напряжений в схему фиг. 31 нужно добавить выпрямитель с лампой типа 6Х6 или 955, включенной диодом. Соединение**



Фиг. 32. Схема для измерения переменных напряжений.

между зажимом *В* и катодом лампы 6Х6 должно быть возможно более коротким. Подключение зажима *В* к измеряемой цепи также должно производиться очень коротким проводником. Подобный вольтметр позволяет измерять переменные напряжения примерно до 6 *в*.



Фиг. 33. Схема для измерения напряжений на несколько пределов.

Применение делителя напряжения. Для расширения пределов измерения может быть применен делитель напряжения. На фиг. 33 приведена схема для измерения постоянных и переменных напряжений до нескольких сотен вольт. В этой схеме сопротивление $R_1 \approx 1$ *мгом*. Остальные сопротивления делителя рассчитываются по формуле (4). Плюс измеряемого постоянного напряжения включается на зажим B_1, а минус— на зажим *3*. Измеряемое переменное напряжение может подаваться на те же зажимы. Когда же нужно измерить переменное напряжение цепи, содержащей постоянную слагающую, вольтметр подключается к схеме зажимами B_2 и *3*.

В схеме фиг. 33 сопротивление R_1 (50 000 *ом*), служащее для «установки нуля» вольтметра, должно быть переменным.

Таким прибором можно измерить напряжение на электродах ламп приемника или усилителя значительно точнее, чем магнитоэлектрическим вольтметром или авометром.

Для питания прибора можно применить выпрямители с данными, указанными в разделе «Сигнал-индикатор».

МЕГАГЕРЦЫ В МЕТРАХ

мггц	м	мггц	м	мггц	м	мггц	м
1,0	300,0	3,0	100,00	5,0	60,00	7,0	42,86
1,1	272,7	3,1	96,77	5,1	58,82	7,1	42,25
1,2	250,0	3,2	93,75	5,2	57,69	7,2	41,66
1,3	230,8	3,3	90,90	5,3	56,60	7,3	41,09
1,4	214,3	3,4	88,94	5,4	55,56	7,4	40,54
1,5	200,0	3,5	85,71	5,5	54,55	7,5	40,00
1,6	187,5	3,6	83,33	5,6	53,57	7,6	39,47
1,7	176,4	3,7	81,08	5,7	52,63	7,7	38,96
1,8	166,7	3,8	78,95	5,8	51,72	7,8	38,46
1,9	157,9	3,9	76,93	5,9	50,85	7,9	37,97
2,0	150,0	4,0	75,00	6,0	50,00	8,0	37,50
2,1	142,9	4,1	73,18	6,1	49,18	8,1	37,04
2,2	136,4	4,2	71,43	6,2	48,39	8,2	36,59
2,3	130,4	4,3	69,77	6,3	47,62	8,3	36,14
2,4	125,0	4,4	68,18	6,4	46,88	8,4	35,71
2,5	120,0	4,5	66,66	6,5	46,15	8,5	35,29
2,6	115,4	4,6	65,22	6,6	45,46	8,6	34,88
2,7	111,1	4,7	63,83	6,7	44,77	8,7	34,48
2,8	107,1	4,8	62,50	6,8	44,12	8,8	34,09
2,9	103,4	4,9	61,22	6,9	43,48	8,9	33,71
9,0	33,33	11,6	25,86	14,0	21,43	16,6	18,07
9,1	32,96	11,7	25,64	14,1	21,28	16,7	17,96
9,2	32,61	11,8	25,42	14,2	21,13	16,8	17,85
9,3	32,26	11,9	25,21	14,3	20,98	16,9	17,74
9,4	31,91	12,0	25,00	14,4	20,83	17,0	17,64
9,5	31,58	12,1	24,79	14,5	20,69	17,1	17,54
9,6	31,25	12,2	24,59	14,6	20,55	17,2	17,44
9,7	30,93	12,3	24,39	14,7	20,41	17,3	17,34
9,8	30,61	12,4	24,19	14,8	20,27	17,4	17,24
9,9	30,30	12,5	24,00	14,9	20,13	17,5	17,14
10,0	30,00	12,6	23,89	15,0	20,00	17,6	17,05
10,1	29,70	12,7	23,62	15,1	19,87	17,7	16,95
10,2	29,41	12,8	23,44	15,2	19,74	17,8	16,85
10,3	29,12	12,9	23.26	15,3	19,61	17,9	16,76
10,4	28.84	13,0	23,08	15,4	19,48	18,0	16,67
10,5	28,57	13,1	22,90	15,5	19,35	18,1	16,57
10,6	28,15	13,2	22,73	15,6	19,23	18,2	16,48
10,7	28,04	13,3	22,56	15,7	19,11	18,3	16.39
10,8	27,78	13,4	22,38	15,8	18,99	18,4	16,30
10,9	27,53	13,5	22,22	15,9	18,87	18,5	16,22
11,0	27,27	13,6	22,06	16,0	18,75	18,6	16,12
11,1	27,03	13,7	21,90	16,1	18,63	18,7	16,04
11,2	26,79	13,8	21,74	16,2	18,51	18,8	15,96
11,3	26,68	13,9	21,59	16,3	18,40	18,9	15,87
11,4	26,31			16,4	18,29		
11,5	26,09			16,5	18,18		

Цена 1 руб. 50 коп.

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

Москва, Шлюзовая наб., д. 10

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

под общей редакцией академика А. И. Берга

ПЕЧАТАЮТСЯ И В БЛИЖАЙШЕЕ ВРЕМЯ ПОСТУПЯТ В ПРОДАЖУ

В. К. Адамский. Приемные антенны.

Радиолюбительская измерительная аппаратура. Экспонаты 6-й заочной выставки.

Аппаратура звукозаписи. Экспонаты 6-й заочной выставки.

Аппаратура для налаживания приемников. Экспонаты 6-й заочной выставки.

К. И. Дроздов. Радиолампы отечественного производства.

В. К. Лабутин. Наглядные пособия по радиотехнике.

Книга предназначена для руководителей радиолюбительских кружков, преподавателей радиотехники различных курсов. Значительная часть описываемых в книге пособий представлена в виде чертежей оригинальных действующих макетов, весьма наглядно объясняющих важнейшие явления в электро- и радиотехнике и принципы работы некоторых схем. При описании каждого пособия даются необходимые указания по его изготовлению и краткие методические замечания по использованию на занятиях.

И. И. Спижевский. Батареи и аккумуляторы.

Ф. И. Тарасов. Как построить выпрямитель.

Ф. И. Тарасов. Одноламповый батарейный приемник.

С. Э. Кин. Азбука радиотехники.

Е. М. Фатеев. Как сделать самому ветроэлектрический агрегат.

Р. М. Малинин. Самодельные омметры и авометры.